



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ OBJEKTU ŠKOLY

HEATING OF THE SCHOOL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

Klára Hartová

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Klára Hartová
Název	Vytápění objektu školy
Vedoucí práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

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

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespecifikovaných 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 se zabývá vytápěním objektu školy, která je provozována jako umělecká pro výuku volnočasových aktivit tj. hra na nástroj, zpěv, výtvarné aktivity apod. Budova je dvoupodlažní, nepodsklepená a je zastřešena jednoplášťovou plochou střechou. Jako zdroj tepla jsou navržena dvě tepelná čerpadla typu vzduch-voda. Příprava teplé vody navržena jako přednostní smíšená. Práce je rozdělena do 3 částí – teoretická, výpočtová a projektová. Součástí práce jsou doložené výpočty. Teoretická část pojednává o tepelných čerpadlech. Výpočtová část řeší samotný návrh vytápění objektu a přípravu teplé vody. Budova je vytápěna soustavou otopných těles. Větrání je v celém objektu řešeno nuceně pomocí vzduchotechnické jednotky s výměníkem pro zpětné získávání tepla. Ta je umístěná v 1. podlaží ve strojovně vzduchotechniky. Jako tepelný zdroj je navrženo tepelné čerpadlo. Projektová část obsahuje projektovou dokumentaci a technickou zprávu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, tepelná čerpadla, otopná tělesa, tepelné ztráty, nucené větrání, přednostní ohřev teplé vody, smíšený ohřev teplé vody, zabezpečovací zařízení.

ABSTRACT

The bachelor thesis solves the design heating of the art school building for teaching leisure activities – instrument playing, singing, art activities etc. The building has two floors, no basement and is covered by a single-skin flat roof. Two air-water heat pumps are designed as a heat source. Hot water preparation designed as preferred mixed. Bachelor thesis is divided into 3 parts – theoretical, calculation and project. The theoretical part is about heat pumps. The calculation part is about design of the building heating and hot water preparation. The building is heated by a system of radiators. Ventilation in the building is forced by means of air-conditioning unit with an exchanger for heat recovery. It is located on the first floor in the technical room. A heat pump is designed as a heat source. The project part contains project documentation and a technical report.

KEYWORDS

Heating, heat pumps, radiators, heat loss, forced ventilation, priority hot water heating, mixed hot water heating, security device

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Klára Hartová Vytápění objektu školy. Brno, 2022. 176 s., 6 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 objektu školy je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2022

Klára Hartová

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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

V Brně dne 26. 5. 2022

Klára Hartová

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za ochotu, trpělivost a odborné rady během konzultací. Dále bych chtěla poděkovat celé rodině, přátelům, a především svým rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

OBSAH

A. TEORETICKÁ ČÁST	19
A.1 HISTORIE TEPELNÝCH ČERPADEL.....	21
A.2 PRINCIP A FUNKCE TEPELNÝCH ČERPADEL	22
A.3 ZDROJE STUDENÉHO TEPLA	23
A.3.1 VNĚJŠÍ VZDUCH	23
A.3.2 VODA.....	24
A.3.2.1 VODA POVRCHOVÁ.....	24
A.3.2.2 VODA PODZEMNÍ	24
A.3.3 ZEMĚ	25
A.3.3.1 HORIZONTÁLNÍ KOLEKTORY	25
A.3.3.2 VERTIKÁLNÍ KOLEKTORY	26
A.4 ZÁKLADNÍ KOMPONENTY	26
A.4.1 KOMPRESOR.....	26
A.4.1.1 SCROLL KOMPRESOR	27
A.4.1.2 DVOJITÝ ROTAČNÍ KOMPRESOR	27
A.4.2 KONDENZÁTOR	28
A.4.3 VÝPARNÍK	28
A.4.4 EXPANZNÍ VENTIL	28
A.5 PROVOZNÍ REŽIMY TEPELNÉHO ČERPADLA.....	29
A.5.1 TYPY BIVALENTNÍHO PROVOZU	29
A.5.1.1 MONOVALETNÍ PROVOZ.....	29
A.5.1.2 ALTERNATIVNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ.....	29
A.5.1.3 PARALELNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ.....	30
A.5.1.4 ČÁSTEČNĚ PARALELNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ	30
A.6 EFEKTIVITA	30
A.6.1 TOPNÝ FAKTOR.....	30
A.6.2 SEZONNÍ TOPNÝ FAKTOR.....	31
A.7 CHLADIVA PRO TEPELNÁ ČERPADLA	31
A.7.1 HISTORIE VÝVOJE CHLADIV	31
A.7.2 ROZDĚLENÍ CHLADIV	32
A.7.2.1 JEDNOSLOŽKOVÁ CHLADIVA	32
A.7.2.2 AZEOTROPNÍ SMĚSI	32
A.7.2.3 ZEOTROPNÍ SMĚSI	32

A.7.3 CHLADIVA PRO TEPELNÁ ČERPADLA.....	33
A.8 NEJČASTĚJŠÍ CHYBY PŘI NÁVRHU TEPELNÝCH ČERPADEL	33
A.8.1 PŘÍLIŠ VYSOKÝ VÝKON TEPELNÉHO ČERPADLA	33
A.8.2 NEDOSTATEČNÝ VÝKON TČ NEBO ČASTO BĚŽÍCÍ BIVALENTNÍ ZDROJ	33
A.8.3 TEPELNÉ ČERPADLO VZDUCH-VODA	34
A.8.3.1 NEVHODNÉ UMÍSTĚNÍ VENKOVNÍ JEDNOTKY.....	34
A.8.3.2 NADMĚRNÁ HLUČNOST VENKOVNÍ JEDNOTKY	34
A.8.3.3 ODVOD KONDENZÁTU A ZÁKLAD POD TEPELNÉ ČERPADLO	34
A.8.4 PROVOZNÍ CHYBY	35
A.8.4.1 PŘETÁPĚNÍ	35
A.8.4.2 IGNOROVÁNÍ HLÁŠENÍ PORUCH	35
A.9 ZÁVĚR.....	35
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	37
B.1 ANALÝZA OBJEKTU	39
B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU.....	40
B.2.1 SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA	40
B.2.1.1 POSTUP VÝPOČTU SOUČinitele PROSTUPU TEPLA.....	40
B.2.1.2 VÝPOČET A POSOUZENÍ NAVRŽENÝCH KONSTRUKCÍ.....	41
B.2.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ	46
B.2.2.1 POSTUP VÝPOČTU TEPELNÝCH ZTRÁT	46
B.2.2.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ.....	48
B.2.2.3 CELKOVÝ PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT.....	101
B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK	103
B.4 NÁVRH VÝKONU PRO VZT JEDNOTKU.....	109
B.5 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES	111
B.5.1 SKUTEČNÝ VÝKON TĚLES.....	111
B.5.2 NAVRŽENÁ OTOPNÁ TĚLESA.....	112
B.5.3 TECHNICKÉ LISTY OTOPNÝCH TĚLES.....	113
B.6 DIMENZE A REGULACE OTOPNÝCH TĚLES	115
B.6.1 POSTUP VÝPOČTU.....	115
B.6.1.1 HMOTNOSTNÍ PRŮTOK	115
B.6.1.2 NÁVRH PRŮMĚRU POTRUBÍ	115
B.6.1.3 TLAKOVÁ ZTRÁTA TŘENÍM.....	115
B.6.1.4 TLAKOVÁ ZTRÁTA MÍSTNÍMI ODPORY	115

<i>B.6.1.5 PŘEDNASTAVENÍ VENTILŮ</i>	116
B.6.2 DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V1.....	117
<i>B.6.2.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU</i>	117
<i>B.6.2.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU</i>	117
B.6.3 DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V2.....	118
<i>B.6.3.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU</i>	120
<i>B.6.3.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU</i>	120
B.6.4 DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V3.....	120
<i>B.6.4.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU</i>	123
<i>B.6.4.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU</i>	123
B.6.5 DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V4.....	124
<i>B.6.5.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU</i>	127
<i>B.6.5.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU</i>	127
B.6.6 REGULACE DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES	127
B.6.7 REGULACE TRUBKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES	128
B.7 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	129
B.7.1 STANOVENÍ POTŘEBY TV	129
B.7.2 STANOVENÍ POTŘEBY TEPLA PRO SMÍŠENÝ OHŘEV	129
B.7.3 STANOVENÍ KŘIVKY ODBĚRU TEPLA	130
B.7.4 NÁVRH OBJEMU AKUMULAČNÍ NÁDRŽE	130
B.8 NÁVRH ZDROJE TEPLA	133
B.8.1 POTŘEBNÝ VÝKON ZDROJE TEPLA	133
B.8.2 VÝKONOVÝ DIAGRAM TEPELNÉHO ČERPADLA	134
B.8.2 NÁVRH BIVALETNÍHO ZDROJE	134
B.8.3 NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE.....	134
B.9 NÁVRH TECHNICKÉ MÍSTNOSTI.....	137
B.9.1 NÁVRH ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE	137
B.9.2 DIMENZOVÁNÍ KOTELNY	137
B.9.3 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL	139
<i>B.9.3.1 VĚTEV V1</i>	139
<i>B.9.3.2 VĚTĚV V2</i>	139
<i>B.9.3.3 VĚTĚV V3</i>	140
<i>B.9.3.4 VĚTEV V4</i>	140
<i>B.9.3.5 VĚTEV VZT</i>	141
<i>B.9.3.6 Z TEPELNÉHO ČERPADLA 2 DO AKUMULAČNÍ NÁDRŽE</i>	141
<i>B.9.3.7 Z TEPELNÉHO ČERPADLA 1 K AKUMULAČNÍ NÁDRŽI A NEGATIVNÍMU ZÁSOBNÍKU</i>	142

B.10 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ	143
B.10.1 NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY	143
<i>B.10.1.1 POSTUP VÝPOČTU</i>	<i>143</i>
<i>B.10.1.2 NÁVRH</i>	<i>144</i>
B.10.2 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU PRO TEPELNÉ ČERPADLO	146
B.10.3 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU PRO BIVALENTNÍ ZDROJ	146
B.11 NÁVRH TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ	147
B.11.1 Cu – 15x1	147
B.11.2 Cu – 18x1	148
B.11.3 Cu 22x1	149
B.11.4 Cu 28x1,5	150
B.11.5 Cu 35x1,5	151
B.11.6 Cu 42x1,5	152
B.11.7 54x2	153
B.11.8 Cu 57x2	154
B.12 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE	155
B.12.1 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	155
B.12.2 VYTÁPĚNÍ	156
B.12.3 VZT JEDNOTKA – NUCENÉ VĚTRÁNÍ	158
B.12.4 CELKOVÝ PŘEHLED POTŘEBY TEPLA A SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE	158
<i>B.12.4.1 CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA</i>	<i>158</i>
<i>B.12.4.2 CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE</i>	<i>158</i>
C. TECHNICKÁ ZPRÁVA	159
C.1 ÚVOD	160
C.1.1 POPIS OBJEKTU	160
C.1.2 PROVOZ OBJEKTU	160
C.2 PODKLADY	160
C.2.1 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	160
C.2.2 POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY	160
C.3 TEPELNÉ ZTRÁTY A POTŘEBY TEPLA	161
C.3.1 KLIMATICKÉ POMĚRY	161
C.3.2 VNITŘNÍ NÁVRHOVÉ TEPLoty	161
C.3.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ	161
C.3.4 TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU	162
C.3.5 POTŘEBNÉ VÝKONY	162

C.3.6 POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLA	162
C.3.7 POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ.....	162
C.3.8 POTŘEBA TEPLA PRO NUCENÉ VĚTRÁNÍ	162
C.4 ZDROJ TEPLA.....	162
C.4.1 ZDROJ TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY	162
C.4.2 ZABEZPEČOVACÍ A EXPANZNÍ ZAŘÍZENÍ.....	163
C.5 TOPNÁ SOUSTAVA	163
C.5.1 OTOPNÁ SOUSTAVA S OTOPNÝMI TĚLESY.....	163
C.5.2 PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ TOPNÉ SOUSTAVY.....	163
C.5.3 REGULACE A MĚŘENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	164
C.5.4 OHŘEV TEPLÉ VODY	164
C.5.5 TEPELNÁ IZOLACE	164
C.5.6 VZDUCHOTECHNIKA.....	164
C.5.7 ČERPACÍ TECHNIKA.....	165
C.6 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE.....	165
C.6.1 STAVEBNÍ PRÁCE	165
C.6.2 ZDRAVOTECHNIKA.....	165
C.6.3 ELEKTROINSTALACE.....	165
C.7 MONTÁŽ, UVEDENÍ DO PROVOZU A PROVOZ	166
C.7.1 ZDROJ	166
C.7.2 TOPNÁ SOUSTAVA.....	166
C.7.3 ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ	166
C.7.4 ZPŮSOB OBSLUHY A OVLÁDÁNÍ.....	166
C.8 OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	166
C.8.1 VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	166
C.8.2 HOSPODAŘENÍ S ODPADY	166
C.9 BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA.....	166
C.9.1 POŽÁRNÍ OCHRANA.....	166
C.9.2 BEZPEČNOST PŘI REALIZACI DÍLA	167
C.9.3 BEZPEČNOST PŘI PROVOZU A UŽÍVÁNÍ ZAŘÍZENÍ	167
ZÁVĚR	168
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	169
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK	172

SEZNAM PŘÍLOH	174
---------------------	-----



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. TEORETICKÁ ČÁST

VYTÁPĚNÍ OBJEKTU ŠKOLY

HEATING OF THE SCHOOL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Klára Hartová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

A.1 HISTORIE TEPELNÝCH ČERPADEL

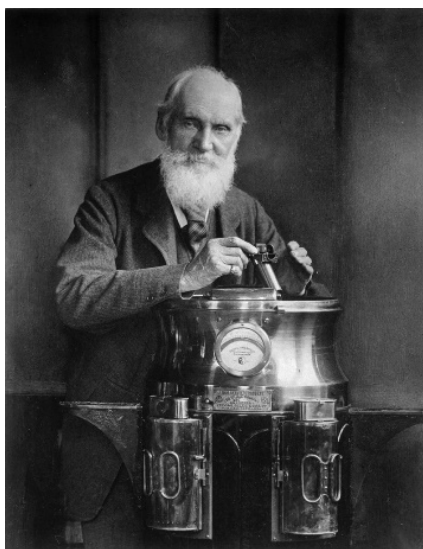
První myšlenku o tepelných čerpadlech definoval v roce 1852 skotský fyzik William Thomson, který je znám také pod svým šlechtickým jménem lord Kelvin. Jeho myšlenka stála na teorii druhého termodynamického zákona.

V základu jde o princip, kdy je tepelná energie předaná z látky o vyšší teplotě na látku o teplotě nižší. Funkčnost tepelného čerpadla, je založena právě na této teorii. V praxi bylo první tepelné čerpadlo užito až v roce 1927. T. Haldane jej uplatnil pro vytápění úřední budovy v americkém městě Los Angeles. Prodleva mezi myšlenkou a realizací byla dána především tehdejší situací na trhu. Ostatní topné systémy, užívané ve 20. století, byly oproti tepelným čerpadlům výhodnější jak z ekonomických, tak z provozních důvodů.

První velký rozmach nastal za druhé světové války, kdy Švýcarsko, plně odkázané na dovoz veškerých paliv, začalo hojně využívat tepelných čerpadel. Šlo např. o vytápění bazénu a zároveň ochlazování ledových ploch kluziště, vytápění radnice v Curychu atd. Zájem byl především díky mnohaletým provozům bez poruch a technickému řešení. V první vlně byla čerpadla užívána především pro složité provozy zejména pro petrochemický, chemický či potravinářský průmysl.

V období tzv. světové energetické krize došlo k druhé vlně rozmachu tepelných čerpadel. Zájem byl především z důvodu dohledného ubývání neobnovitelných zdrojů energie, zvyšování jejich cen a v neposlední řadě z hlediska ekologie.

Rozmach byl celosvětový a v roce 1981 pracovalo údajně asi 3 000 000 tepelných čerpadel ve Spojených státech Amerických, dále asi 500 000 v Japonsku a v Evropě okolo 100 000. V současné době zájem o tepelná čerpadla a jiné obnovitelné zdroje energií stoupá. Hlavním důvodem jsou neustále rostoucí ceny paliv, zvyšující se riziko jejich nedostatku a ekologie. [1]



Obrázek 1 – William Thomson [21]

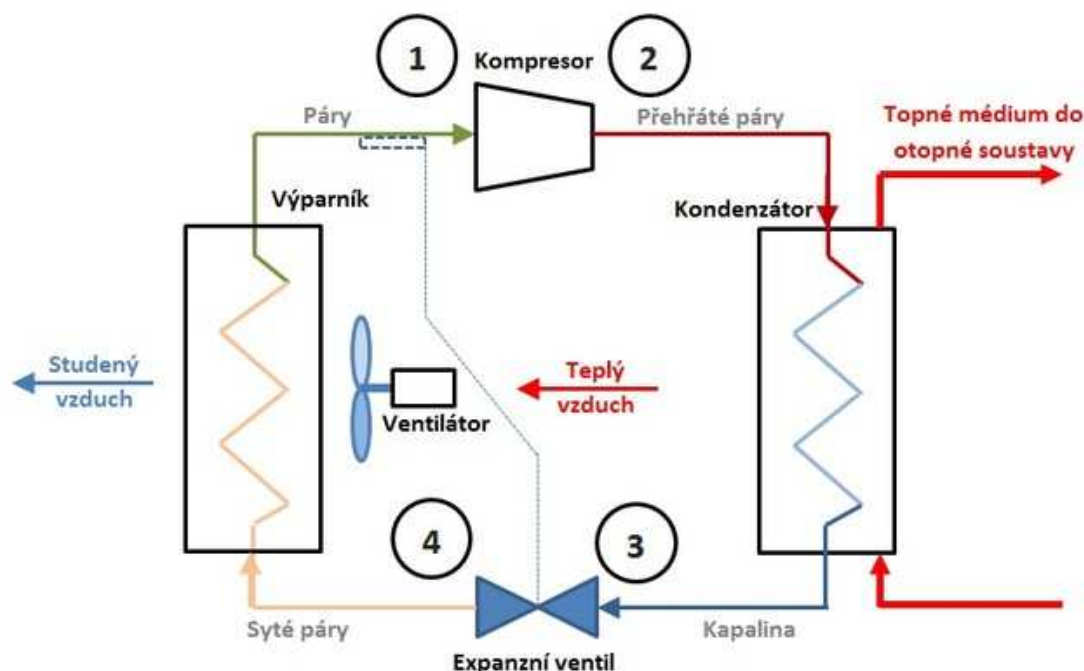
A.2 PRINCIP A FUNKCE TEPELNÝCH ČERPADEL

Nejjednodušší a zároveň velmi přesná definice popisující chod tepelného čerpadla je založena na principu obrácené chladničky. Chladnička odebírá potravinám teplo v izolovaném prostoru a předává ho bez dalšího využití do venkovního prostoru na svojí zadní straně. Tepelné čerpadlo oproti tomu odebírá teplo z chladného tělesa jako je voda, vzduch či země a dokáže je jej efektivně využít.

Z fyzikálního hlediska není možné, aby teplo z chladnějšího tělesa samovolně přešlo na těleso teplejší. Z toho důvodu je nutné dodat vnější energii ve formě elektřiny pro pohon kompresoru. Následně lze teplo i z relativně chladného tělesa přecherpat na vyšší teplotní úroveň použitelnou pro vytápění a ohřev teplé vody. Pokud chceme docílit co největší účinnosti tepelného čerpadla musí být rozdíl teplot mezi studenou a teplou stranou co nejmenší. [2]

Základními částmi tepelného čerpadla jsou kompresor, kondenzátor, expanzní ventil a výparník. V kompresoru dochází ke stlačení chladiva při vysokém tlaku a tím ke zvýšení jeho teploty. Následně chladivo již ve formě páry vstupuje do kondenzátoru, kde dochází ke změně skupenství z plynného na kapalné a zároveň odběr např. pro otopnou vodu vytápění, ohřev vody v zásobníku, bazénu atd. Následně za kondenzátorem prochází již kapalné chladivo přes expanzní ventil, kde se snižuje jeho tlak a teplota. Při vstupu do výparníku musí být teplota chladiva nižší, než je teplota vnějšího zdroje. Ve výparníku dochází k ohřevu a získávání energie, kde pro co nejúčinnější ohřev se mění skupenství zpět na plynné. Poté ohřáté plynné chladivo nasává kompresor a okruh je uzavřen.

[3] [4]



Obrázek 2 - obecný princip fungování tepelného čerpadla [22]

A.3 ZDROJE STUDENÉHO TEPLA

Obecně můžeme říct, že k fungování tepelného čerpadla musíme dodat dva zdroje energie. Prvním zdrojem je elektrická energie pro pohon kompresoru. Druhým je nízkopotenciální teplo ze vzduchu, vody či země. Označení tepelných čerpadel je vždy zkráceně podle zdroje, ze kterého teplo odebírají a látky, které teplo předávají. Může to být např. označení voda/voda, země/voda, vzduch/voda a vzduch/vzduch. Jak již bylo řečeno pro dosažení největší účinnosti tepelného čerpadla hledáme zdroj s co nejvyšší teplotou. [2]

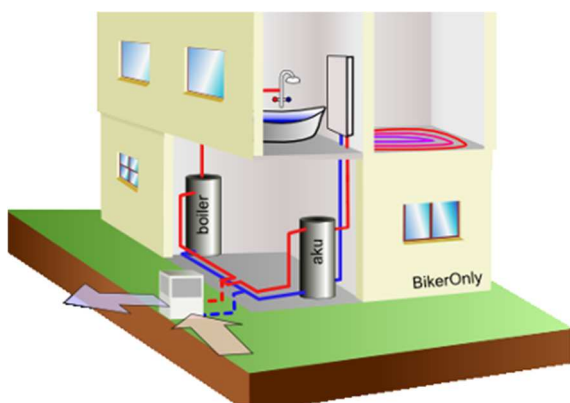
Dosažené teploty zdrojů tepla:

vzduch	+25°C až -18°C
voda spodní (studna)	+8°C až +12°C
voda povrchová (řeka)	+18°C až 0°C
země	+2°C až +10°C

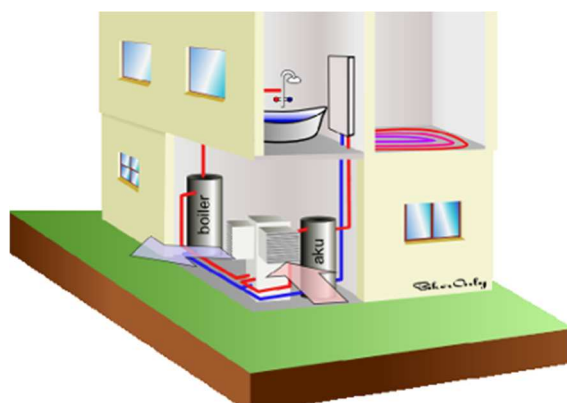
Tabulka 1 – dosažitelné teploty zdrojů [2]

A.3.1 VNĚJŠÍ VZDUCH

Jedná se o nejdostupnější zdroj, jehož průměrná teplota dosahuje +4°C v otopném období. Tato teplota však není konstantní a v našich klimatických podmínkách se můžeme dostat až na hodnotu - 20°C. Tepelné čerpadlo je schopné odebírat teplotu i z takto nepříznivých podmínek, ale topný faktor je nízký a tím klesá efektivnost. Z toho důvodu se připojují při nízkých teplotách další energetické zdroje. [2]



Obrázek 3 – TČ vzduch-voda – vnější provedení [23]



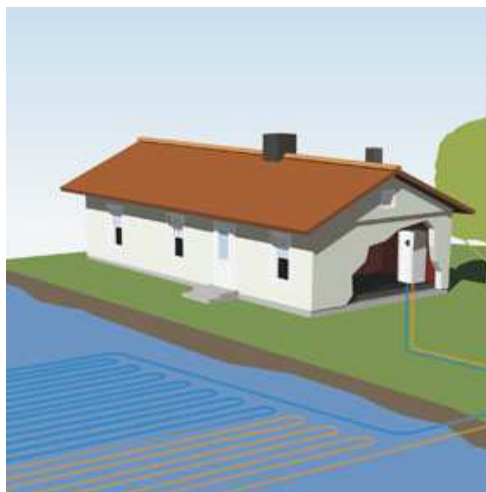
Obrázek 4 – TČ vzduch-voda – vnitřní provedení [23]

A.3.2 VODA

A.3.2.1 VODA POVRCHOVÁ

Další možností je odebírat teplo tepelným výměníkem zapuštěným do břehu, nebo umístěným přímo ve vodě. Instalace tepelných čerpadel voda-voda jsou v našich podmínkách náročnější na provedení i z hlediska ceny čerpadel. U povrchových vod je nutnost zajistit povolení od správce toků a přidání nemrznoucí směsi z důvodu nízkých teplot v zimních měsících.

Principem fungování je uložení kolektoru na dno rybníka, ze kterého čerpáme vodu potrubím přímo k tepelnému čerpadlu. Ochlazená voda se vrací zpět. Dalším problémem může být znečištění vody. Mezi výhody můžeme zařadit např. vysokou hodnotu topného faktoru nebo vyšší účinnost než u čerpadla vzduch-voda. Z hlediska již vyjmenovaných nevýhod jsou tato čerpadla u nás spíše raritou.[2] [5]



Obrázek 5 – TČ voda-voda – kolektor [24]

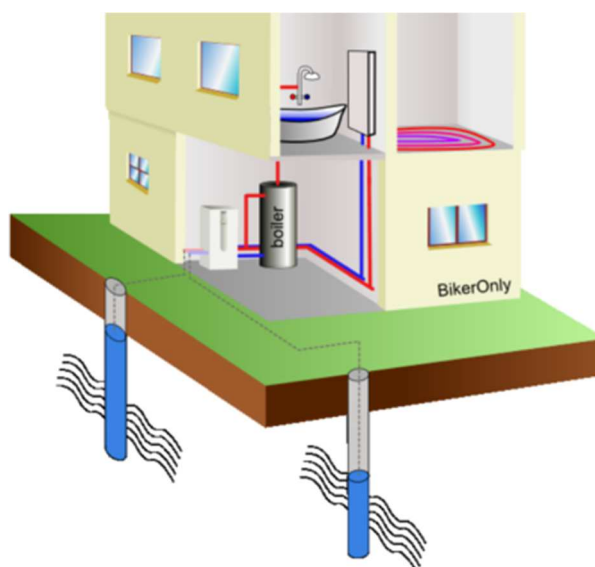
A.3.2.2 VODA PODZEMNÍ

Pro chod čerpadel se zdrojem podzemní vody je zapotřebí dvou studen – zdrojová a vsakovací. Ze zdrojové studny, která musí mít vydatný pramen, ženeme vodu do tepelného čerpadla. Zde jí odebereme část tepla a vracíme do vsakovací studny. Studny je zapotřebí umisťovat na pozemku nejméně 10 m od sebe a nejlépe ve směru podzemních proudů, od zdrojové ke vsakovací.

Stejně jako u vod povrchových je zapotřebí povolení od odboru. Dále jsou nutné čerpací zkoušky a chemický rozbor vody.

Nevýhodami tohoto typu čerpadel jsou nutnost velkého zdroje podzemní vody, riziko zanášení studní především u malých průměrů, poškození čerpací techniky (písek, drobné části hornin) atp.

Výhodou je nejvyšší možná teplota, kterou můžeme dosáhnout u přírodního nízko-potenciálního zdroje. [2] [6]



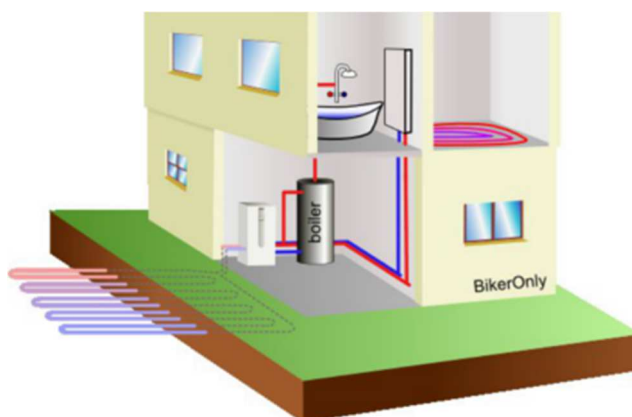
Obrázek 6 – TČ voda-voda – podzemní [23]

A.3.3 ZEMĚ

Typ čerpadla země-voda získává energii ze země a předává jí topné vodě. energii odebíráme z vrtů, nebo pomocí plošných kolektorů. V obou případech vkládáme do země výměník, ve kterém proudí nemrznoucí směs. [2]

A.3.3.1 HORIZONTÁLNÍ KOLEKTORY

U plošných kolektorů (horizontálních) může dosáhnout délka potrubí desítky až stovky metrů. Pro realizaci tohoto typu je tedy potřeba velká plocha nezastavěného pozemku. Trubky kolektoru se ukládají horizontálně do hloubky 1-1,5 m na odkrytou plochu v rozestupu 0,6-1 m. U plošného kolektoru je energie přijímána téměř ze 100 % ze shora, můžeme tedy říct, že se jedná v podstatě o solární kolektor. [2] [7]

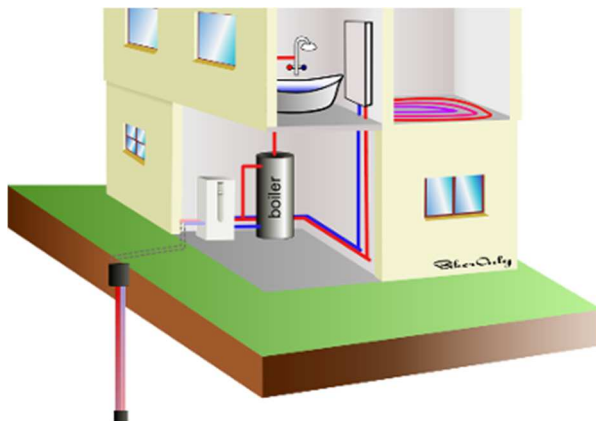


Obrázek 7 – tepelné čerpadlo země-voda – horizontální kolektor [23]

A.3.3.2 VERTIKÁLNÍ KOLEKTORY

Vertikální kolektor je proveden ve formě vrtu s potrubím ve tvaru U. Hloubka vrtů se obvykle pohybuje do cca 100 m, ale provádí se vrty hluboké až 200 m.

Oproti plošným kolektorům je výhodou menší prostorová náročnost. Mezi další výhody tohoto typu čerpadla patří nižší spotřeba elektrické energie oproti čerpadlům vzduch-voda, vysoká účinnost, nízká hlučnost, v letních měsících se dá využít pro chlazení atd. Nevýhodou je především náročnost zemních prací a s tím spojená i vyšší cena oproti plošným kolektorům. [2] [7]



Obrázek 8 – tepelné čerpadlo země-voda – vertikální kolektor [23]

A.4 ZÁKLADNÍ KOMPONENTY

Tepelné čerpadlo se skládá ze 4 základních částí: výparník, kondenzátor, kompresor a expanzní ventil. V okruhu tepelného čerpadla musí proudit kapalina (chladiivo), která se nazývá pracovní médium. [8]

Většina tepelných čerpadel se skládá ze dvou jednotek – vnitřní a vnější. Vnější jednotka slouží k čerpání energie z nízko-potenciální zdroje a předává jej vnitřní jednotce. Princip fungování vnitřní jednotky byl již popsán v kapitole A.2. [9]

A.4.1 KOMPRESOR

Kompresor je základní jednotkou tepelného čerpadla. Jeho funkcí je přecherpat energii z jednoho prostředí do prostředí druhého. V jednotce dochází ke stlačování (kompresi) chladiva při vysokém tlaku, zvýšení teploty a změně skupenství. Vzniklý plyn je následně odváděn do kondenzátoru, kde je předána energie např. topné vodě. Mezi dva typy nejvíce používaných

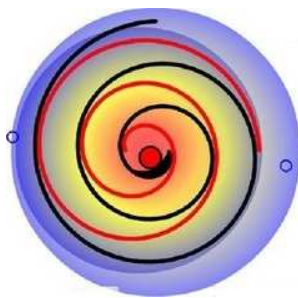
kompresorů v současnosti patří scroll a dvojitý rotační kompresor. Liší se především svojí konstrukcí a způsobem stlačování chladiva. [9]

A.4.1.1 SCROLL KOMPRESOR

V dnešní době se jedná o nejvíce využívaný typ kompresoru. Scroll kompresor, nebo také spirálový kompresor, je složen ze dvou spirál vložených do sebe. [10]

Zatímco je jedna spirála upevněna napevno, druhá se otáčí. Následně dochází k nasátí chladiva a jeho stlačování směrem ke středu. Tento děj má za následek postupné zvyšování topného média na požadovanou teplotu.

Únik chladiva je nutno řešit pravidelným promazáváním spirál. Kompresor je z hlediska ceny nejnákladnější částí tepelného čerpadla. S jeho životností obvykle končí i životnost celé jednotky. Pro správnou funkci by neměl být výkon předimenzován. [9]



Obrázek 9 – kompresor scroll – spirály [25]

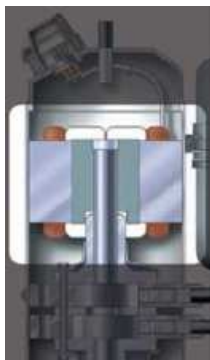


Obrázek 10 kompresor scroll [25]

A.4.1.2 DVOJITÝ ROTAČNÍ KOMPRESOR

Tento typ kompresoru vyvinula japonská firma Toshiba v osmdesátých letech minulého století. Obsahuje dvě komory, ve kterých se otáčí excentrická vačka. Zde dochází ke stlačení chladiva ve spolupráci s pohyblivou komorovou přepážkou. Oproti spirálovému kompresoru není nutné promazávat stroj při nízkých otáčkách.

Výhodou je také menší hluk a vibrace. Otáčky lze řídit pomocí frekvenčního měniče a tím můžeme plynule regulovat výkon v rozmezí 20 – 100 %. [10]



Obrázek 11 – dvojitý rotační kompresor – komory [25]



Obrázek 12 – dvojitý rotační kompresor [25]

A.4.2 KONDENZÁTOR

Tepelný výměník neboli kondenzátor je umístěn na sekundárním okruhu tepelného čerpadla. Chladivo o vysoké teplotě předává teplo topné vodě. Ve výměníku dojde k ochlazení a kondenzaci chladiva a následnému podchlazení.

Nejčastěji používaným typem výměníku je deskový. Riziko, kdy může dojít k poškození výparníku bývá zamrznutí vody, která se dostává do okruhu s chladivem. Zamrznutí bývá způsobeno zpětným chodem čerpadla, který se spouští z důvodu odmražení výparníku. Kolapsu můžeme zabránit např. použitím teplotních čidel, nemrznoucích směsí atp. [11]

A.4.3 VÝPARNÍK

Výparník je umístěn na primárním okruhu tepelného čerpadla. Zde dochází k odpařování chladiva v kapalném skupenství a nízké teplotě. K těmto vlastnostem chladiva dojde v expanzním ventilu, který sníží tlak chladiva a tím se sníží i jeho teplota. Ve výparníku má chladivo teplotu 0°C a menší. Aby mohlo dojít k procesu odpařování, je nezbytné dodat chladivu teplo z primárního zdroje (venkovní vzduch, země, voda). Pro čerpadla o malých výkonech se používá klasický deskový výměník. V případě vyšších výkonů čerpadel využíváme více desek ve výměníku. [11]

A.4.4 EXPANZNÍ VENTIL

Nedílnou součástí tepelného čerpadla je také expanzní ventil. Jeho hlavní funkcí je ochránit kompresor tím, že sníží teplotu chladiva. Chladivo je poté schopno znovu odebírat teplotu z okolí. Odpařováním kapaliny vzniká velký objem páry, který by kompresor za normálních podmínek nenasál. Došlo by k přetížení a následnému zničení kompresoru. [11]

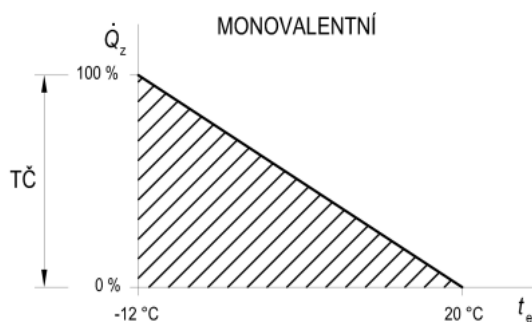
A.5 PROVOZNÍ REŽIMY TEPELNÉHO ČERPADLA

Pro tepelná čerpadla může nastat situace, kdy čerpadlo nezvládá dodávat potřebnou energii. Tento moment se nazývá bod bivalence a lze jej vyčíst z výkonového diagramu tepelného čerpadla. Bod bivalence nám říká, při které venkovní teplotě je nutné použít náhradní (bivalentní) zdroj energie, aby doplnil chybějící energii. [12]

A.5.1 TYPY BIVALENTNÍHO PROVOZU

A.5.1.2 MONOVALENTNÍ PROVOZ

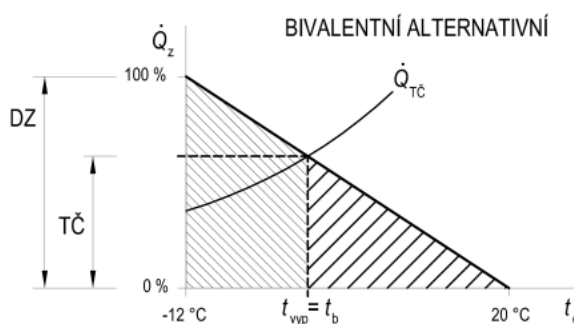
Při monovalentním provozu je jediným zdrojem tepelné čerpadlo. Není potřeba bivalentního zdroje, protože pracuje samo po celou dobu topné sezony. Tento typ je vhodný především pro nízko-teplotní vytápěcí soustavy s teplotou otopné vody do 60°C. [2] [13]



Obrázek 13 – Monovalentní provoz TČ [26]

A.5.1.3 ALTERNATIVNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ

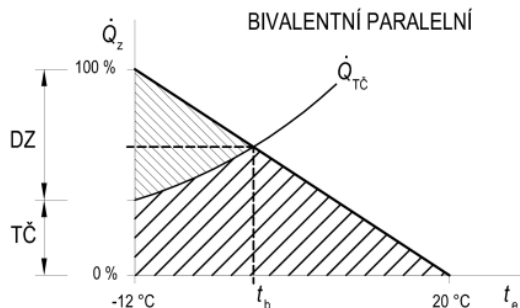
Tepelné čerpadlo pracuje pouze do dosažení bodu bivalence. Část topné sezony, kdy je venkovní teplota velmi nízká, pracuje záložní zdroj (např. kotel). Tento provoz je vhodný pro všechny druhy vytápěcích systémů s teplotou otopné vody do 90°C. [2] [13]



Obrázek 14 – Alternativně bivalentní provoz TČ [26]

A.5.1.4 PARALELNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ

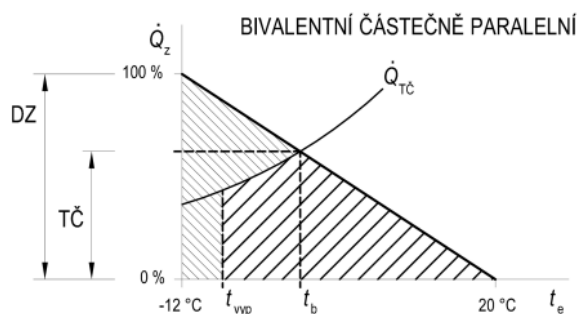
V momentě, kdy je dosaženo bodu bivalence se připojuje další zdroj tepla (např. elektrokotel). Oproti alternativně bivalentnímu provozu TČ pracuje i pod bodem bivalence za pomoci doplňkového zdroje energie. Vhodný je pro nízko teplotní otopnou soustavu s teplotou otopné vody do 55°C. [2] [13]



Obrázek 15 – Paralelně bivalentní provoz TČ [26]

A.5.1.5 ČÁSTEČNĚ PARALELNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ

Pod teplotou bodu bivalence, při připojení dalšího zdroje energie, pracují oba zdroje jistou dobu společně. Společná práce zdrojů je pouze do chvíle, kdy lze dosáhnout požadované výstupní teploty otopné vody. Tepelné čerpadlo je následně při největších mrazích odstaveno a pracuje pouze bivalentní zdroj. Tento typ provozu je vhodný pro otopné soustavy s teplotou otopné vody do 60°C. [2] [13]



Obrázek 16 – Částečně paralelně bivalentní provoz TČ [26]

A.6 EFEKTIVITA

A.6.1 TOPNÝ FAKTOR

Topný faktor neboli COP (z anglického překladu Coefficient of Performance) je poměr mezi topným výkonem (získanou energií) a příkonem (využitelnou energií) celého topného systému TČ. Čím vyšší je hodnota topného faktoru, tím je tepelné čerpadlo efektivnější a hospodárnější. COP je vyjádřen číslem a znamená, kolik tepelné čerpadlo spotřebuje elektřiny a kolik za ni nazpět vyrobí tepla.

Např. pokud je topný faktor $COP = 4$, pak za spotřeby 1kWh elektřiny vyrobí 4kWh tepla. Obvykle se topný faktor pohybuje v rozmezí 2,5-5.

Topný faktor je závislý na teplotě venkovního prostředí. Pokud je rozdíl teplot příliš velký, hodnota COP klesá. [3] [14]

$$COP = \frac{Q}{E} \quad [-]$$

Kde QTeplo dodané do vytápění [kWh]

EEnergie pro pohon tepelného čerpadla [kWh]

A.6.2 SEZONNÍ TOPNÝ FAKTOR

Sezonní topný faktor neboli $SCOP$ značí průměrný topný faktor za celou topnou sezonu. Platí, že čím vyšší je hodnota $SCOP$, tím je vyšší účinnost tepelného čerpadla. Tento údaj je velmi závislý na výrobci daného tepelného čerpadla, protože si pro výpočet štítku volí jmenovitou tepelnou ztrátu. [15]

A.7 CHLADIVA PRO TEPELNÁ ČERPADLA

Tepelné čerpadlo je obecně jedním z nejekologičtějších druhů vytápění. Většinu energie bere z okolního prostředí a do ovzduší neprodukuje žádné škodliviny. Z tohoto důvodu je nutné, aby i chladivo, které je nezbytné pro chod tepelného čerpadla, splňovalo ekologické, bezpečnostní a hygienické požadavky. [16]

A.7.1 HISTORIE VÝVOJE CHLADIV

Počátky chladiv sahají do 1. poloviny 19. století, konkrétně do třicátých let, kdy Jacob Perkins vynalezl kompresorové chladicí zařízení poháněné párou. Byl to první vynález, který utvořil základní pilíř pro současnou chladírenskou výrobu. Nevýhodami tehdejších chladiv byla především nestabilita, toxicita nebo příliš vysoký tlak způsobující havárie. V 70. letech bylo zjištěno negativní působení toxických chladiv na ozonovou vrstvu Země a bylo nařízeno postupné vyřazování určitých druhů chladiv. V současnosti jsou neustále testovány nové kombinace a sloučeniny chladiv, které by splňovaly jak otázku životního prostředí, tak dobré termodynamické vlastnosti. [17] [18]

A.7.2 ROZDĚLENÍ CHLADIV

Chladiva rozdělujeme podle původu na přírodní a syntetické. Chladiva přírodní jsou látky volně se vyskytující v přírodě a můžeme sem zařadit např. vodu nebo čpavek. Oproti tomu syntetická chladiva jsou vyráběna průmyslově a jedná se např. o CFC chladiva, HCFC chladiva, HFC chladiva, HFO chladiva nebo přírodní uhlovodíky.

Dále rozdělujeme chladiva podle vlivu na životní prostředí.

GWP – základní ukazatel jednotlivých druhů chladiv na globální oteplování.

ODP – udává potenciál poškození ozonové vrstvy.

Mezi chladiva s vysokým GWP a ODP patří tvrdé freony (CFC) a měkké freony (HCFC) a jejich užití je v současnosti zakázané. Alternativními chladivy s nízkou hodnotou GWP a nulovým ODP jsou HFC chladiva – částečně fluorované uhlovodíky. Rozdělujeme je na jednosložková chladiva, azeotropní směsi a zeotropní směsi. [19]

A.7.2.1 JEDNOSLOŽKOVÁ CHLADIVA

Typické označení těchto chladiv je např. R134a, R152a, R32 atd. V praxi se samostatně jednosložková chladiva spíše nepoužívají. Jejich hlavním úkolem je tvorba směsí. Mají stejné složení kapaliny a páry v rovnovážném stavu a při změně skupenství (za konstantního tlaku) se jejich teplota nezmění. [19]

A.7.2.2 AZEOTROPNÍ SMĚSI

Typické označení pro tato chladiva je číslem 500 např. R507A, R513A atd. Tato chladiva mají obdobné chování jako jednosložková a do okruhu lze plnit páry či kapalně chladivo stejně. [19]

A.7.2.3 ZEOTROPNÍ SMĚSI

Tato chladiva mají přiřazenou číselnou řadu 400 a jedná se např. o R404A, R407C, R410A atd. Jednotlivé složky mají rozdílné body varu a tím se liší složení parní a kapalně fáze v rovnovážném stavu. Do okruhu lze plnit pouze chladivo v kapalném skupenství. [19]

A.7.3 CHLADIVA PRO TEPELNÁ ČERPADLA

Chladivo v tepelných čerpadlech je rizikovým faktorem. Ve spoustě zařízení jsou užita již zakázaná chladiva, která postupem času budou muset být definitivně vyměněna. Záměna chladiv není u některých typů proveditelná (např. R22) a uživatel bude nucen vyměnit celou jednotku tepelného čerpadla.

Mezi nejpoužívanější chladiva současnosti pro TČ patří např. R404A, R410A, R407C, R290 nebo R32. [19]

A.8 NEJČASTĚJŠÍ CHYBY PŘI NÁVRHU TEPELNÝCH ČERPADEL

Tepelná čerpadla jsou velmi výkonný a dnes hojně využívaný zdroj pro vytápění a chlazení. Špatným návrhem či provozem ale klesá jeho efektivita. Příčin, proč tepelné čerpadlo nepracuje, jak má, může být celá řada. [20]

A.8.1 PŘÍLIŠ VYSOKÝ VÝKON TEPELNÉHO ČERPADLA

Ve srovnání s tradičními zdroji tepla, jako jsou např. plynové kotle, hraje vhodný návrh výkonu TČ zásadní roli. Zatímco u plynového kotle není tak velký cenový rozdíl mezi výkonem 30 kW a 40 kW, u tepelného čerpadla představuje každý kW instalovaného výkonu velký cenový nárůst. Vyvarovat se tomu lze instalováním akumulární nádrže pro otopnou vodu s dostatečně navrženým objemem. [20]

A.8.2 NEDOSTATEČNÝ VÝKON TČ NEBO ČASTO BĚŽÍCÍ BIVALENTNÍ ZDROJ

Nedostatečným výkonem tepelného čerpadla je myšleno, že výkon TČ je nižší než celková tepelná ztráta objektu. Kromě poddimenzování je častou příčinou špatného fungování tepelného čerpadla nesprávné, nebo nedostatečné zaizolování objektu, především obvodových zdí, střechy a podlahy na terénu.

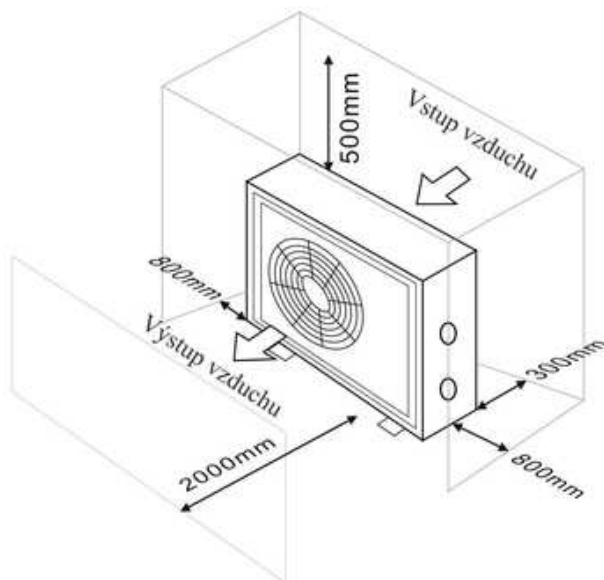
Při návrhu je vhodné nepodceňovat kritická místa v objektu, kde vznikají tepelné mosty jako např. oblast ztužujících věnců, překladů, balkonů, komína apod. Další důvod, kdy je snížena efektivita tepelného čerpadla je u rekonstrukcí, kdy z důvodu stavebních prací je objekt nadměru větrán a dochází k velkému úniku tepla.

Nedostatečný výkon čerpadla pak doplňujeme náhradním (bivalentním) zdrojem. Použití bivalentního zdroje např. elektrokotle je ve mnoha případech žádoucí, avšak není vhodné, aby pracoval nadměru často. Zvyšují se tím náklady na celou otopnou sezonu. [20]

A.8.3 TEPELNÉ ČERPADLO VZDUCH-VODA

A.8.3.1 NEVHODNÉ UMÍSTĚNÍ VENKOVNÍ JEDNOTKY

Pro správné fungování tepelného čerpadla je důležité i vhodné umístění venkovní jednotky. Pro správný chod TČ je nutný velký průtok venkovního vzduchu. Pokud je průtok omezen např. překážkou umístěnou v jeho blízkém okolí, dochází ke snížení efektivity. [20]



Obrázek 17 – příklad umístění venkovní jednotky TČ [27]

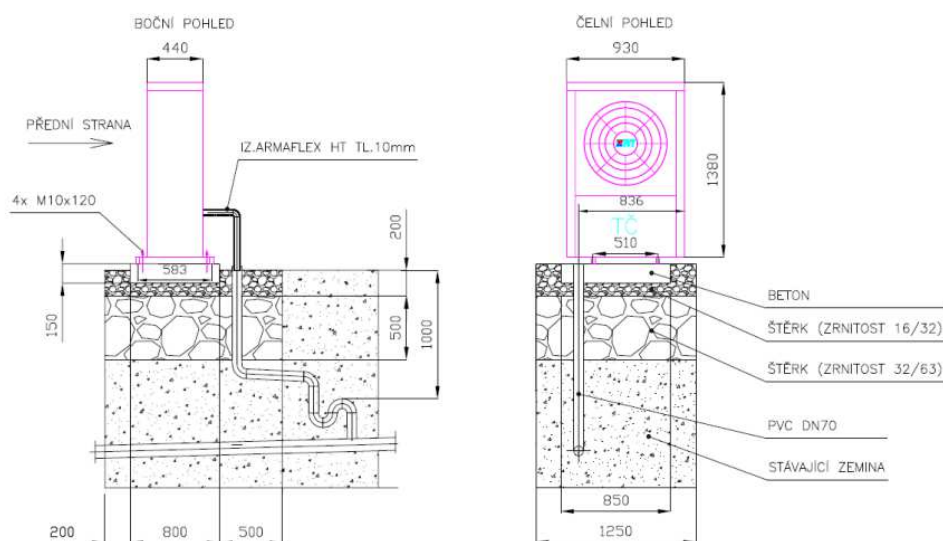
A.8.3.2 NADMĚRNÁ HLUČNOST VENKOVNÍ JEDNOTKY

Nadměrný hluk může obtěžovat uživatele okolních objektů a je zapotřebí jej minimalizovat. Hlučnost vyvolává především chod kompresoru, ventilátoru a protékající venkovní vzduch do jednotky. Řešením je zejména vhodný návrh a umístění venkovní jednotky od projektanta případně dodavatele. Jednotky instalované na fasádu mohou přenášet vibrace do konstrukce, a tak narušovat statiku objektu. Při instalaci vhodných doplňků např. zvukově izolačních krytů docílíme nižší hlučnosti a tím i větší volnosti pro umístění venkovní jednotky. [20]

A.8.3.3 ODVOD KONDENZÁTU A ZÁKLAD POD TEPELNÉ ČERPADLO

Základ venkovní jednotky je proveden do nezámrazné hloubky a při jeho návrhu je nutno řešit odvod kondenzátu. Způsobů, jak vhodně odvést kondenzát je několik, např. do šterkového lože či do kanalizace. V případě, že odvádíme kondenzát do kanalizace musí být potrubí opatřeno

proti zamrzání, ke kterému dochází při nízkých venkovních teplotách (obvykle mezi $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$). [20]



Obrázek 18 – příklad odvodu kondenzátu do kanalizace [28]

A.8.4 PROVOZNÍ CHYBY

A.8.4.1 PŘETÁPĚNÍ

Problém vzniká, pokud uživatelé objektu přetápí vnitřní prostředí ztelně více, než je počítáno při návrhu. Spotřeba energie pak může narůst, např. při vytápění na $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ namísto navrhovaných $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ naroste až o 15 %. [20]

A.8.4.2 IGNOROVÁNÍ HLÁŠENÍ PORUCH

Pro správné fungování všech zařízení je nutné dodržování údržby a servisu. Uživatel by měl věnovat pozornost hlášeným informacím a závadám na řídicí jednotce a problém pak konzultovat a řešit s odborníkem. [20]

A.9 ZÁVĚR

Tepelné čerpadlo je obecně bezporuchové zařízení a ve většině případů, kdy nastane porucha je příčina jinde. Proto se doporučuje při hledání závady nejprve začít u stavby jako takové, následně pokračovat kontrolou otopné soustavy, primárního okruhu, a až nakonec skončit u tepelného čerpadla. Při vhodném návrhu a dodržování obecných zásad pro správné fungování čerpadel je výskyt uvedených závad prakticky vyloučen. [20]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

VYTÁPĚNÍ OBJEKTU ŠKOLY

HEATING OF THE SCHOOL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Klára Hartová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

B.1 ANALÝZA OBJEKTU

Objekt je provozován jako umělecká škola pro volnočasové aktivity. Stavba se nachází v městě Olomouc s výpočtovou venkovní teplotou $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Půdorysný tvar odpovídá třem nepravidelným obdélníkům a pozemek je převážně rovinatý. Objekt školy je dvoupodlažní, nepodsklepený a zastřešený plochou střechou.

Objekt je řešen jako rekonstrukce. Pro zlepšení tepelně technických vlastností je navrženo kontaktní zateplení obvodových stěn, nové zateplení střechy a podlah v 1NP a 2NP. Nenosné stěny budou vybourány a nahrazeny novými. Stávající zdívo je z cihel plných pálených, kde při rekonstrukci budou odstraněny všechny vrstvy až k nosné konstrukci. Stávající podlahy budou odstraněny na základovou desku, popř. betonové panely a provede se nová skladba podlahy. Okna a vchodové dveře budou nahrazeny novými výplněmi. Rekonstrukcí nedojde ke změně provozu.

Vnitřní dispozice je rozdělena na učebny, šatny k nim přiléhající, hygienická zázemí, kanceláře a technické zázemí. Druhé nadzemní podlaží půdorysně kopíruje první podlaží. Stavba je řešena bezbariérově pouze v 1NP, není opatřena výtahem či pojízdnou plošinou u schodiště.

Vytápění je řešeno pomocí deskových a trubkových těles. Zdrojem tepla budou dvě kaskádově zapojená tepelná čerpadla typu vzduch-voda. Ohřev teplé vody je navržen jako přednostní smíšený. Venkovní jednotky budou umístěny na severní straně pozemku. Větrání nuceně pomocí vzduchotechnické jednotky s výměníkem zpětného získávání tepla.

B.2 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

B.2.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA

Výpočet prostupu tepla je proveden dle normy ČSN 73 0540–2:2001 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky.

B.2.1.1 POSTUP VÝPOČTU SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

Součinitel prostupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] – udává množství tepla, které projde plochou 1 m^2 stavební konstrukce při rozdílu teplot prostředí před a za konstrukcí 1 K .

Pro stanovení součinitele prostupu tepla je třeba znát skladby stavebních konstrukcí ve směru tepelného toku. Dalším faktorem je výpočet tepelného odporu R [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$], který se stanoví z tloušťky konstrukce d [m] a součinitele tepelné vodivosti λ [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$].

TEPELNÝ ODPOR R [$\text{m}^2\text{ K}/\text{W}$]

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad R = \sum R_i$$

R_i odpor i -té vrstvy konstrukce [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$]

d_i tloušťka i -té vrstvy konstrukce [m]

λ_i součinitel tepelné vodivosti materiálu [$\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$]

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} = \frac{1}{R_T}$$

R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$]

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$]

R_T celkový odpor konstrukce při přestupu tepla [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$]

POSOUZENÍ DLE ČSN 73 0540 NA DOPORUČENÉ A POŽADOVANÉ HODNOTY

$U \leq U_{N,20}$ $U_{N,20}$ požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]

$U \leq U_{\text{rec},20}$ $U_{\text{rec},20}$ doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]

B.2.1.2 VÝPOČET A POSOUZENÍ NAVRŽENÝCH KONSTRUKCÍ

S01 - OBVODOVÁ STĚNA CPP + ZATEPLENÍ ETICS				
ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL (SMĚREM DO INTERIÉRU)	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Tenkovrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,005
2	Podkladní penetrační nátěr weber.kombi grund	-	-	-
3	Jádrová vápenocementová omítka weber.dur RS1	0,010	0,990	0,010
4	Cihla plná pálená	0,450	0,810	0,556
5	Penetrační nátěr weber.pas podklad UNI	-	-	-
6	Lepicí hmota webertherm klasik	0,005	0,260	0,019
7	Tepelná izolace ROCKWOOL FRONTROCK S	0,180	0,041	4,423
8	Lepicí hmota webertherm klasik	0,003	0,260	0,012
9	Perlinka weber.therm R117	-	-	-
10	Penetrační nátěr weber.pas podklad UNI	-	-	-
11	Tenkovrstvá silikátová omítka weber.pas silikát	0,002	0,800	0,003

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,005/1,050 + 0,010/0,990 + 0,450/0,810 + 0,005/0,260 + 0,180/0,041 + 0,003/0,260 + 0,002/0,800 = 5,026 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 5,026 + 0,04 = 5,196 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/5,196 = 0,192 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: $U = 0,19 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU	
POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

SO-02 - VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA CPP				
ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL (SMĚREM DO INTERIÉRU)	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Tenkovrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,0048
2	Podkladní penetrační nátěr weber.kombi grund	-	-	-
3	Jádrová vápenocementová omítka weber.dur RS1	0,01	0,990	0,0101
4	Cihla plná pálená	0,3	0,810	0,3704
5	Jádrová vápenocementová omítka weber.dur RS1	0,01	0,990	0,0101
6	Podkladní penetrační nátěr weber.kombi grund	-	-	-
7	Tenkovrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,0048

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,005/1,050 + 0,010/0,990 + 0,300/0,093 + 0,010/0,990 + 0,005/1,050 = 0,400 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 0,400 + 0,13 = 0,660 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/0,660 = 1,515 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: $U = 1,52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU	
POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

SO-03 - VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA HELUZ 14 BROUŠENÁ

ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL (SMĚREM DO INTERIÉRU)	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Tenkovrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,0048
2	Podkladní penetrační nátěr weber.kombi grund	-	-	-
3	Jádrová vápenocementová omítka weber.dur RS1	0,010	0,990	0,0101
4	Keramická tvárnice HELUZ 14 broušená	0,140	0,293	0,4778
5	Jádrová vápenocementová omítka weber.dur RS1	0,010	0,990	0,0101
6	Podkladní penetrační nátěr weber.kombi grund	-	-	-
7	Tenkovrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,0048

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,005/1,050 + 0,010/0,990 + 0,140/0,293 + 0,010/0,990 + 0,005/1,050 = 0,5075 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 0,5075 + 0,13 = 0,7675 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/0,7675 = 1,303 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: $U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU	
POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 2,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

SO-04 - PODLAHA NA TERÉNU - PODLAHOVÁ KRYTINA LAMINÁTOVÁ

ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Laminátová podlaha s HDF jádrem	0,008	0,370	0,022
2	Pásky z pěnového polyethylenu s uzavřenou buněčnou strukturou	0,004	0,045	0,089
3	Folie z nízkohustotního polyethylenu bez výtužné vložky	0,002	0,340	0,006
4	Cementový potěr	0,060	1,200	0,050
5	Folie z nízkohustotního polyethylenu bez výtužné vložky	0,002	0,200	0,010
6	Desky z pěnového polystyrenu s uzavřenou povrchovou strukturou	0,120	0,034	3,529
7	Pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,035	0,114
8	Asfaltová, vodou ředitelná emulze	-	-	-
9	Podkladní betonová deska	0,15	1,43	0,105

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,008/0,37 + 0,004/0,045 + 0,002/0,34 + 0,006/1,2 + 0,002/0,2 + 0,12/0,034 + 0,004/0,035 + 0,150/1,430 = 3,925 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_t = R_{se} + R + R_{si} = 0 + 3,925 + 0,13 = 4,055 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/4,055 = 0,245 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU	
POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

SO-05 - SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU - PODLAHOVÁ KRYTINA DLAŽBA				
ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Keramická dlažba do interiéru	0,010	1,010	0,010
2	Hmota na bázi cementu pro lepení keramických dlažeb	-	-	-
3	Nátěr na bázi akrylátové disperze a modifikačních přísad	-	-	-
4	Cementový potěr	0,060	1,200	0,050
5	Folie lehkého typu z nízkohustotního polyethylenu	0,002	0,200	0,010
6	Desky z pěnového polystyrenu s uzavřenou povrchovou strukturou	0,120	0,034	3,529
7	Pás z SBS modifikovaného asfaltu	0,004	0,035	0,114
8	Asfaltová, vodou ředitelná emulze	-	-	-
9	Podkladní betonová deska	0,15	1,43	0,105

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,010/1,010 + 0,060/1,200 + 0,002/0,200 + 0,120/0,034 + 0,004/0,035 + 0,150/1,430 = 3,819 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_t = R_{se} + R + R_{si} = 0 + 3,819 + 0,13 = 3,949 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/3,949 = 0,253 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU	
POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

SO-06 - SKLADBA PODLAHY NA STROPĚ - PODLAHOVÁ KRYTINA LAMINÁTOVÁ				
ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Laminátová podlaha s HDF jádrem	0,008	0,370	0,022
2	Pásy z pěnového polyethylenu s uzavřenou buněčnou strukturou	0,004	0,045	0,089
3	Folie z nízkohustotního polyethylenu bez výtužné vložky	0,002	0,340	0,006
4	Cementový potěr	0,035	1,200	0,029
5	Folie z nízkohustotního polyethylenu bez výtužné vložky	0,002	0,200	0,010
6	Desky z pěnového polystyrenu s uzavřenou povrchovou strukturou	0,100	0,034	2,941
7	Nadbetonávka s kari sítí	0,05	1,43	0,03
8	Stropní panely Spiroll	0,200	1,580	0,127
9	Podkladní penetrační nátěr	-	-	-
10	Tenkovrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,005

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,008/0,370 + 0,004/0,045 + 0,002/0,340 + 0,035/1,200 + 0,002/0,200 + 0,100/0,034 + 0,05/1,43 + 0,200/1,580 + 0,005/1,050 = 3,263$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 3,097 + 0,13 = 3,523 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/3,523 = 0,284 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: $U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU

POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 1,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

SO-07 - SKLADBA PODLAHY NA STROPĚ - PODLAHOVÁ KRYTINA DLAŽBA

ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Keramická dlažba do interiéru	0,010	1,010	0,010
2	Hmota na bázi cementu pro lepení keramických dlažeb	-	-	-
3	Nátěr na bázi akrylátové disperze a modifikačních přísad	-	-	-
4	Cementový potěr	0,035	1,200	0,029
5	Folie lehkého typu z nízkohustotního polyethylenu	0,002	0,200	0,010
6	Desky z pěnového polystyrenu s uzavřenou povrchovou strukturou	0,100	0,034	2,941
7	Nadbetonávka s kari sítí	0,05	1,43	0,03
8	Stropní panely Spiroll	0,200	1,580	0,127
9	Podkladní penetrační nátěr	-	-	-
10	Tenkvrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,005

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,010/1,010 + 0,035/1,200 + 0,002/0,200 + 0,100/0,034 + 0,050/1,430 + 0,200/1,580 + 0,005/1,050 = 3,152 \text{ m}^2\text{K}$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 3,152 + 0,13 = 3,412 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/3,412 = 0,293 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: $U = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU

POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 1,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

SO-08 - PLOCHÁ STŘECHA				
ČÍSLO VRSTVY	MATERIÁL	d [m]	λ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Fólie z PVC-P určená k mechanickému kotvení	0,015	0,051	0,294
2	Sklovlákniná netkaná textilie	-	-	-
3	Desky ze stabilizovaného pěnového polystyrenu ve více vrstvách	0,260	0,034	7,647
4	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s jemnozrnným posypem	0,004	0,035	0,114
5	Asfaltová, vodou ředitelná emulze	-	-	-
6	Monolitická silikátová vrstva - beton	min. 0,050	1,430	0,035
7	Nadbetonávka s kari sítí	0,050	1,430	0,035
8	Stropní panely Spiroll	0,200	1,580	0,127
9	Podkladní penetrační nátěr	-	-	-
10	Tenkovrstvá sádrová omítka weber.mur 659	0,005	1,050	0,005

VÝPOČET

$$R = \sum d/\lambda = 0,015/0,051 + 0,260/0,034 + 0,004/0,035 + 0,050/1,430 + 0,050/1,430 + 0,200/1,580 + 0,005/1,050 = 8,257 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_t = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 8,257 + 0,04 = 8,427 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_t = 1/8,427 = 0,119 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

NAVRŽENÁ HODNOTA: U = 0,12 W/(m²K)

POSOUZENÍ S NAVRŽENOU HODNOTOU	
POŽADOVANÁ HODNOTA $U_{N,20} = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ
DOPORUČENÁ HODNOTA $U_{rec,20} = 0,16 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	VYHOVÍ

CELKOVÝ PŘEHLED		
OZNAČENÍ SKLADBY	NÁZEV SKLADBY	U W/(m²K)
SO-01	OBVODOVÁ STĚNA CPP + ZATEPLENÍ ETICS	0,19
SO-02	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA CPP	1,52
SO-03	VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA HELUZ 14 BROUŠENÁ	1,30
SO-04	PODLAHA NA TERÉNU - PODLAHOVÁ KRYTINA LAMINÁTOVÁ	0,25
SO-05	SKLADBA PODLAHY NA TERÉNU - PODLAHOVÁ KRYTINA DLAŽBA	0,25
SO-06	SKLADBA PODLAHY NA STROPĚ - PODLAHOVÁ KRYTINA LAMINÁTOVÁ	0,28
SO-07	SKLADBA PODLAHY NA STROPĚ - PODLAHOVÁ KRYTINA DLAŽBA	0,29
SO-08	PLOCHÁ STŘECHA	0,12
O1	OKNO PLASTOVÉ	0,70

B.2.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Výpočet navržen dle normy ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách

B.2.2.1 POSTUP VÝPOČTU TEPELNÝCH ZTRÁT

CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA MÍSTNOSTI $\Phi_{HL,i}$ [W]

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

$\Phi_{T,i}$ tepelná ztráta prostupem [W]

$\Phi_{V,i}$ tepelná ztráta větráním [W]

TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM $\Phi_{T,i}$ [W]

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

$H_{T,ie}$ měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot (U_k + \Delta U) \cdot e_k \text{ [W/K]}$$

$H_{T,iue}$ měrná tepelná ztráta nevytápěným prostorem

$$H_{T,iue} = \sum A_k \cdot (U_k + \Delta U) \cdot b_u \text{ [W/K]}$$

$H_{T,ij}$ měrná tepelná ztráta z/do vytápěného prostoru s různou teplotou

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

$H_{T,ig}$ měrná tepelná ztráta prostupem do zeminy

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

Kde: A_k plocha stavební konstrukce [m²]

U_k součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m².K]

ΔU korekce součinitele prostupu tepla [W/m².K]

e_k korekční činitel klimatických podmínek [-]

b_u součinitel redukce teploty [-]

$$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$\theta_{int,i}$ výpočtová vnitřní teplota [°C]

θ_u teplota nevytápěného přilehlého prostoru [°C]

θ_e výpočtová venkovní teplota [°C]

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

θ_j teplota přilehlého prostoru [°C]

$U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části v kontaktu se zemínou [W/m².K]

f_{g1} opravný součinitel uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty [-]

f_{g2} opravný teplotní součinitel [-]

$$f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

$\theta_{m,e}$ teplota zeminy [°C]

G_w korekční součinitel hloubky hladiny podzemní vody pod úrovní podlahy [-]

TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM

HYGIENICKÝ VÝMĚNA VZDUCHU $V_{\min,i}$ [m³/h]

$$V_{\min,i} = n_{\min} \cdot V \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$n_{\min}$ násobnost výměny vzduchu [-]

V objem místnosti [m³]

INFILTRACEM PLÁŠTĚM BUDOVY $V_{\inf,i}$ [m³/h]

$$V_{\inf,i} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i \text{ [m}^3/\text{h]}$$

n_{50} hodnota intenzity výměny vzduchu [-]

e_i stínící součinitel, podle polohy budovy [-]

ϵ_i korekční součinitel výšky úrovně terénu [-]

NUCENÉ VĚTRÁNÍ $\Phi_{v,i}$ [W]

$$\Phi_{v,i} = H_{v,i,n} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) + H_{v,i,\inf} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_p) \text{ [W]}$$

$H_{v,i,n}$ celková měrná tepelná ztráta nuceným větráním [W/K]

$H_{v,i,\inf}$ celková měrná tepelná ztráta větráním [W/K]

$\theta_{\text{int},i}$ výpočtová vnitřní teplota [°C]

θ_e výpočtová venkovní teplota [°C]

θ_p teplota přiváděného vzduchu [°C]

B.2.2.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

1.01 ZÁDVEŘÍ

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	4,05	0,19	0,05	0,24	1	1	0,97
D - 01	DVEŘE VCHODOVÉ	3,75	1,80	0,05	1,85	1	1	6,94
$\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_K \cdot (U_K + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								7,91

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 03	STĚNA z 15°C DO 20°C	44,46	1,30	-0,17	-9,63
S - 07	STROP Z 15°C DO 20°C	11,4	0,29	-0,17	-0,55
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_K \cdot U_K \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					-10,18

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	11,4	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,16
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ig}$								0,16

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
$\Sigma H_{T,ie}$		7,91
$\Sigma H_{T,ia}$		-10,18
Celková ztráta prostupem $\Sigma H_{T,i}$		-2,27
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		$\Sigma H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$
		-68,24

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Hygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	Výměna vzduchu n _{min}	V _{min,i}
44,46	2,00	88,92

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	Výměna vzduchu n ₅₀	ei	εi	V _{inf,i}
44,46	1,00	0,02	1,00	1,78

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
88,92	1,78	0,34	30,23	0,60	-133,02

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-68,24	-133,02	29,82	-171,44

1.02 +1.03 CHODBA + SCHODIŠTĚ

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	18,33	0,19	0,05	0,24	1	1	4,40
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								6,65

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 15°C DO 20°C	223,02	1,52	-0,17	-56,50
D - 02	DVEŘE Z 15°C DO 20°C	25,2	2,00	-0,17	-8,40
S - 02	STĚNA z 15°C DO 24°C	7,405	1,52	-0,30	-3,38
D - 02	DVEŘE Z 15°C DO 24°C	2,1	2,00	-0,30	-1,26
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					-69,54

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	125,984	0,25	0,17	0,33	1	1,45	1,75
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								1,75

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		6,65
ΣH _{T,ia}		-69,54
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		-62,89
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		-1886,58

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
491,34	0,50	245,67

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
491,34	1,00	0,02	1,00	19,65

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
245,67	19,65	0,34	83,53	6,68	-217,17

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-1886,58	-217,17	329,57	-1774,17

1.04 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	5,6	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,08
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,08

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ig}		0,08
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		0,08
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		2,33

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
21,84	2,29	50

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	Výměna vzduchu	e _i	ε _i	V _{inf,i}
21,84	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{V,i,n}	H _{V,i,inf}	Φ _{V,i}
50,00	0,00	0,34	17,00	0,00	0,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
2,33	0,00	14,65	16,98

1.05 ŠATNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM**H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]**

Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	6,75	0,19	0,05	0,24	1	1	1,62
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								3,87

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]

Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 20°C DO 15°C	7,65	1,52	0,14	1,66
S - 03	STĚNA Z 20°C DO 15°C	22,23	1,30	0,14	4,13
D - 02	DVEŘE Z 20°C DO 15°C	2,1	1,80	0,14	0,54
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					6,33

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]

Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	14,25	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,25
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,25

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]

ΣH _{T,ie}		3,87
ΣH _{T,ia}		6,33
Celková ztráta prostupem ΣH _{T,i}		10,20
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		356,99

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
55,58	3,60	200,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	ei	ei	V _{inf,i}
55,58	1,00	0,02	1,00	2,22

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]

V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
200,00	2,22	0,34	68,00	0,76	26,45

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]

Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
356,99	26,45	37,28	420,72

1.06 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	71,34	0,19	0,05	0,24	1	1	17,12
O - 01	OKNA	9,00	0,70	0,05	0,75	1	1	6,75
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								23,87

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 20°C DO 15°C	9,6	1,52	0,14	2,08
D - 02	DVEŘE Z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	1,00	4,20
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					6,28

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	66,725	0,25	0,17	0,43	1	1,45	1,19
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								1,19

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		23,87
ΣH _{T,ia}		6,28
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		30,16
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		1055,47

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
260,2275	0,96	250

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
260,2275	1	0,03	1	15,61

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
250,00	15,61	0,34	85,00	5,31	185,80

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
1055,47	185,80	174,55	1415,82

1.07 CHODBA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 03	STĚNA Z 15°C DO 20°C	11,205	1,30	-0,17	-2,43
D - 02	DVEŘE Z 15°C DO 20°C	4,2	2,00	-0,17	-1,40
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_K \cdot U_K \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					-3,83

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	Podlaha na terénu	3,675	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,05
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ig}$								0,05

Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
$\Sigma H_{T,ie}$		0,00
$\Sigma H_{T,ia}$		-3,83
Celková ztráta prostupem $\Sigma H_{T,i}$		-3,83
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$
15	-15	30
Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		$\Sigma H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$
		-114,83

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
14,33	25,12	360,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
14,33	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ.c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
360,00	0,00	0,34	122,40	0,00	-612,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost $\Phi_{HL,i}$ [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-114,83	-612,00	9,61	-717,22

1.08 WC ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM**H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]**

Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	9,56	0,19	0,05	0,24	1	1	2,29
$\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_{K, (U_K + \Delta U_B)} \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								2,29

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]

Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 03	STĚNA z 20°C DO 15°C	7,67	1,30	0,14	1,42
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	1,89	2,00	0,14	0,54
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_{K, U_K} \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					1,96

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do země [W/K]

Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	Podlaha na terénu	8,698	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,16
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ig}$								0,16

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]

Celková ztráta prostupem $\Sigma H_{T,i}$			
$\Sigma H_{T,ie}$			2,29
$\Sigma H_{T,ia}$			1,96
$\Sigma H_{T,ig}$			0,16
Celková ztráta prostupem $\Sigma H_{T,i}$			4,41
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	
20	-15	35	
Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		$\Sigma H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	
		154,49	

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
33,92	5,31	180,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
33,92	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]

V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
180,00	0,00	0,34	61,20	0,00	306,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]

Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
154,49	306,00	22,75	483,24

1.09 WC MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	27,86	0,19	0,05	0,24	1	1	6,69
O - 01	OKNA	1,20	0,70	0,05	0,75	1	1	0,90
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								7,59

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 03	STĚNA z 20°C DO 15°C	3,96	1,30	0,14	0,74
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	1,89	2,00	0,14	0,54
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					1,28

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	Podlaha na terénu	12,74	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,23
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,23

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		7,59
ΣH _{T,ia}		1,28
ΣH _{T,ig}		0,23
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		9,09
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		318,12

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
49,69	4,23	210,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
49,69	1,00	0,03	1,00	2,98

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
210,00	2,98	0,34	71,40	1,01	392,48

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
318,12	392,48	33,33	743,92

1.10 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	12,53	0,19	0,05	0,24	1	1	3,01
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								7,51

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	16,425	1,52	0,14	3,57
S - 03	STĚNA z 20°C DO 15°C	22,23	1,30	0,14	4,13
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					8,30

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	27,075	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,48

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		7,51
ΣH _{T,ia}		8,30
ΣH _{T,ig}		0,48
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		16,29
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		569,98

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
105,59	0,71	75,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
105,59	1,00	0,03	1,00	6,34

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
75,00	6,34	0,34	25,50	2,15	75,39

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
569,98	75,39	70,83	716,20

1.11 ZÁDVEŘÍ

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 15°C DO 20°C	15,06	1,52	-0,17	-3,82
D - 02	DVEŘE Z 15°C DO 20°C	2,1	2,00	-0,17	-0,70
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					-4,52

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	8,36	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,12
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ig}$								0,12

Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
$\Sigma H_{T,ie}$		0,00
$\Sigma H_{T,ia}$		-4,52
Celková ztráta prostupem $\Sigma H_{T,i}$		-4,52
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$
15	-15	30
Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		$\Sigma H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$
		-135,46

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
32,60	0,50	16,30

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
32,60	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ.c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
16,30	0,00	0,34	5,54	0,00	-27,71

Návrhový tepelný výkon pro místnost $\Phi_{HL,i}$ [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-135,46	-27,71	21,87	-141,30

1.12 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	40,61	0,19	0,05	0,24	1	1	9,75
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vnitřního prostředí do venkovního prostředí								14,25

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	22,275	1,52	0,14	4,84
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					5,44

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	35,625	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,64
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH_{T,ig}								0,64

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		14,25
ΣH _{T,ia}		5,44
ΣH _{T,ig}		0,64
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		20,32
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		711,12

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
138,94	0,90	125,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
138,94	1,00	0,03	1,00	8,34

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
125,00	8,34	0,34	42,50	2,83	99,20

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
711,12	99,20	93,20	903,51

1.13 SKLAD

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	8,82	0,19	0,05	0,24	1	1	2,12
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								6,62

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 15°C DO 20°C	30,42	1,52	-0,17	-7,71
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					-7,71

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	14,82	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,21
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,21

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		6,62
ΣH _{T,ia}		-7,71
ΣH _{T,ig}		0,21
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		-0,88
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		-26,52

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
57,80	0,50	28,90

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
57,80	1,00	0,03	1,00	3,47

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
28,90	3,47	0,34	9,83	1,18	-13,76

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-26,52	-13,76	38,77	-1,51

1.14 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	32,97	0,19	0,05	0,24	1	1	7,91
O - 01	OKNA	15,00	0,70	0,05	0,75	1	1	11,25
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								19,16

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo vytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	70,245	1,52	0,14	15,25
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo vytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					15,85

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	Podlaha na terénu	76,88	0,25	0,17	0,43	1	1,45	1,37
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								1,37

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}	19,16	
ΣH _{T,ia}	15,85	
ΣH _{T,ig}	1,37	
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}	36,39	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		1273,57

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
299,81	1,25	375,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
299,81	1,00	0,03	1,00	17,99

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	p.c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
375,00	17,99	0,34	127,50	6,12	214,07

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
1273,57	214,07	201,12	1688,75

1.15 ŠATNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	5,78	0,19	0,05	0,24	1	1	1,39
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								3,64

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	6,68	1,52	0,14	1,45
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					2,05

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	14,06	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,25
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,25

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}	3,64	
ΣH _{T,ia}	2,05	
ΣH _{T,ig}	0,25	
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}	5,94	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		207,85

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
54,84	3,65	200,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
54,84	1,00	0,02	1,00	2,19

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
200,00	2,19	0,34	68,00	0,75	26,11

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
207,85	26,11	36,78	270,74

1.16 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	51,38	0,19	0,05	0,24	1	1	12,33
O - 01	OKNA	12,00	0,70	0,05	0,75	1	1	9,00
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								21,33

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	7,65	1,52	0,14	1,66
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					2,26

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	62,5	0,25	0,17	0,43	1	1,45	1,12
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								1,12

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}	21,33	
ΣH _{T,ia}	2,26	
ΣH _{T,ig}	1,12	
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}	24,71	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		864,76

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
243,75	1,03	250,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
243,75	1,00	0,03	1,00	14,63

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
250,00	14,63	0,34	85,00	4,97	174,04

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
864,76	174,04	163,50	1202,30

1.17 UMÝVÁRNA MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	6,03	0,19	0,05	0,24	1	1	1,45
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								1,90

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	4,53	1,52	0,14	0,98
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					1,58

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do země [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	5,36	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,10
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,10

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		1,90
ΣH _{T,ia}		1,58
ΣH _{T,ig}		0,10
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		3,58
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		125,18

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
20,88	5,75	120,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
20,88	1,00	0,03	1,00	1,25

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
120,00	1,25	0,34	40,80	0,43	14,91

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
125,18	14,91	14,02	154,11

1.18 WC MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	10,71	0,19	0,05	0,24	1	1	2,57
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								3,02

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 20°C DO 15°C	23,6	1,52	0,14	5,12
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					5,12

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do země [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	9,14	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,16
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,16

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		3,02
ΣH _{T,ia}		5,12
ΣH _{T,ig}		0,16
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		8,31
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		290,78

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
40,54	3,70	150,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
40,54	1,00	0,02	1,00	1,62

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
150,00	1,62	0,34	51,00	0,55	19,30

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
290,78	19,30	23,91	333,99

1.19 UMÝVÁRNA ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	8,37	0,19	0,05	0,24	1	1	2,01
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
$\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								2,46

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	19,16	1,52	0,14	4,16
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					4,76

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	7,25	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,13
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ig}$								0,13

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		2,46
ΣH _{T,ia}		4,76
ΣH _{T,ig}		0,13
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		7,35
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		257,20

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
20,88	5,75	120,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
20,88	1,00	0,03	1,00	1,25

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
120,00	1,25	0,34	40,80	0,43	14,91

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
257,20	14,91	18,97	291,08

1.20 WC ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	12,27	0,19	0,05	0,24	1	1	2,94
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								3,39

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	12,87	1,52	0,14	2,79
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					2,79

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	10,4	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,19
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,19

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		3,39
ΣH _{T,ia}		2,79
ΣH _{T,ig}		0,19
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		6,37
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		223,12

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
40,54	4,93	200,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
40,54	1,00	0,02	1,00	1,62

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
200,00	1,62	0,34	68,00	0,55	19,30

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
223,12	19,30	27,21	269,63

1.21 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	21,81	0,19	0,05	0,24	1	1	5,23
O - 01	OKNA	9,00	0,70	0,05	0,75	1	1	6,75
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								11,98

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	28,71	1,52	0,14	6,23
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					6,83

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	76,88	0,25	0,17	0,43	1	1,45	1,37
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								1,37

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}	11,98	
ΣH _{T,ia}	6,83	
ΣH _{T,ig}	1,37	
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}	20,19	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		706,66

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
221,55	0,56	125,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n _{s0}	e _i	ε _i	V _{inf,i}
221,55	1,00	0,03	1,00	13,29

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
125,00	13,29	0,34	42,50	4,52	158,19

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
706,66	158,19	201,12	1065,96

1.22 ŠATNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	5,78	0,19	0,05	0,24	1	1	1,39
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								3,64

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	6,68	1,52	0,14	1,45
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					2,05

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	16,2	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,29
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,29

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		3,64
ΣH _{T,ia}		2,05
ΣH _{T,ig}		0,29
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		5,98
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		209,19

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Hygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
63,18	3,17	200,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
63,18	1,00	0,02	1,00	2,53

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
200,00	2,53	0,34	68,00	0,86	30,07

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
209,19	30,07	42,38	281,64

1.23 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	16,04	0,19	0,05	0,24	1	1	3,85
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								8,35

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	48,02	1,52	0,14	10,43
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					11,03

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	Podlaha na terénu	40,68	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,73
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,73

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}	8,35	
ΣH _{T,ia}	11,03	
ΣH _{T,ig}	0,73	
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}	20,10	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		703,59

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
158,65	0,63	100,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
158,65	1,00	0,03	1,00	9,52

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
100,00	9,52	0,34	34,00	3,24	113,28

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
703,59	113,28	106,42	923,29

1.24 WC IMOBILNÍ

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	22,02	0,19	0,05	0,24	1	1	5,28
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								5,73

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	9,99	1,52	0,14	2,17
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					2,77

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	8,37	0,25	0,17	0,43	1	1,45	0,15
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,15

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		5,73
ΣH _{T,ia}		2,77
ΣH _{T,ig}		0,15
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		8,65
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		302,87

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
32,64	2,45	80,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
32,64	1,00	0,02	1,00	1,31

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
80,00	1,31	0,34	27,20	0,44	151,54

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
302,87	151,54	21,90	476,30

1.25 HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ PERSONÁL

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 24°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	15,00	0,19	0,05	0,24	1	1	3,60
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								4,05

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 24°C DO 15°C	7,65	1,52	0,23	2,68
D - 02	DVEŘE z 24°C DO 15°C	2,1	2,00	0,23	0,97
S - 07	STROP z 24°C DO 20°C	11,75	0,29	0,10	0,35
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					4,00

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	11,75	0,25	0,17	0,49	1	1,45	0,24
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,24

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		4,05
ΣH _{T,ia}		4,00
ΣH _{T,ig}		0,24
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		8,29
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
24	-15	39
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		323,33

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
45,83	5,02	230,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
45,83	1,00	0,02	1,00	1,83

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
230,00	1,83	0,34	78,20	0,62	728,11

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
323,33	728,11	30,74	1082,17

1.26 CHODBA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	7,65	0,19	0,05	0,24	1	1	1,84
D - 01	DVEŘE VSTUPNÍ	2,10	1,80	0,05	1,85	1	1	3,89
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								5,72

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	12,125	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,17
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH_{T,ig}								0,17

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		5,72
ΣH _{T,ia}		0,00
ΣH _{T,ig}		0,17
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		5,89
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		176,68

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
47,29	0,50	23,64

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
47,29	1,00	0,02	1,00	1,89

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
23,64	1,89	0,34	8,04	0,64	-20,90

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
176,68	-20,90	31,72	187,50

1.27 STROJOVNÁ VZDUCHOTECHNIKY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	42,15	0,19	0,05	0,24	1	1	10,11
O - 01	OKNA	1,80	0,70	0,05	0,75	1	1	1,35
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								11,46

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 15°C DO 20°C	28,08	1,52	-0,17	-7,11
S - 06	STROP Z 15°C DO 20°C	34,92	0,28	-0,17	-1,63
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					-8,74

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do zeminy [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{gann}	H _{T,ig}
S - 04	PODLAHA NA TERÉNU	34,92	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,48

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		11,46
ΣH _{T,ia}		-8,74
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		2,72
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		81,65

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
136,19	0,50	68,09

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
136,19	1,00	0,02	1,00	5,45

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
68,09	5,45	0,34	23,15	1,85	-60,20

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
81,65	-60,20	91,35	112,80

1.28 KOTELNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	35,45	0,19	0,05	0,24	1	1	8,51
O - 01	OKNA	1,80	0,70	0,05	0,75	1	1	1,35
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								9,86

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 15°C DO 24°C	18,33	1,52	-0,30	-8,36
S - 06	STROP Z 15°C DO 20°C	22,8	0,28	-0,17	-1,06
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					-9,42

H_{T,ig} měrný tepelný tok prostupem do země [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	U _{equiv,k}	f _{ig,k}	f _{GW,k}	f _{θann}	H _{T,ig}
S - 04	Podlaha na terénu	22,8	0,25	0,17	0,33	1	1,45	0,32
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ΣH _{T,ig}								0,32

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}	9,86	
ΣH _{T,ia}	-9,42	
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}	0,44	
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		13,07

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
88,90	0,50	44,45

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
88,90	1,00	0,02	1,00	3,56

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
44,45	3,56	0,34	15,11	1,21	-39,29

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
13,07	-39,29	59,64	33,42

2.01+2.02 CHODBA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	14,94	0,19	0,05	0,24	1	1	3,59
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	119,88	0,12	0,05	0,17	1	1	20,38
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								26,22

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 15°C DO 20°C	204,745	1,52	-0,17	-51,87
D - 02	DVEŘE Z 15°C DO 20°C	18,9	2,00	-0,17	-6,30
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					-51,87

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		26,22
ΣH _{T,ia}		-51,87
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		-25,65
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		-769,61

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
467,53	0,50	233,77

Infiltace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
467,53	1,00	0,02	1,00	18,70

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
233,77	18,70	0,34	79,48	6,36	-206,65

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-769,61	-206,65	313,61	-662,65

2.03 CHODBA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	3,68	0,12	0,05	0,17	1	1	0,63
$\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_K \cdot (U_K + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								0,63

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 03	STĚNA z 15°C DO 20°C	13,16	1,30	-0,17	-2,85
D - 02	DVEŘE Z 15°C DO 20°C	4,2	2,00	-0,17	-1,40
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_K \cdot U_K \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					-2,85

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		0,63
ΣH _{T,ia}		-2,85
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		-2,23
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		-66,77

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
14,33	25,12	360,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	ei	εi	V _{inf,i}
14,33	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ.c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
360,00	0,00	0,34	122,40	0,00	-612,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-66,77	-612,00	9,63	-669,15

2.04 WC ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	9,56	0,19	0,05	0,24	1	1	2,29
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	8,70	0,12	0,05	0,17	1	1	1,48
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								1,48

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 03	STĚNA Z 20°C DO 15°C	7,46	1,30	0,14	1,39
D - 02	DVEŘE Z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					1,39

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		1,48
ΣH _{T,ia}		1,39
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		2,86
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		100,26

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
33,92	5,31	180,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
33,92	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
180,00	0,00	0,34	61,20	0,00	306,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
100,26	306,00	22,76	429,01

2.05 WC MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	28,64	0,19	0,05	0,24	1	1	6,87
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	12,74	0,12	0,05	0,17	1	1	2,17
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								2,17

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 03	STĚNA z 20°C DO 15°C	3,75	1,30	0,14	0,70
D - 02	DVEŘE Z 20°C DO 15°C	2,1	2,00	0,14	0,60
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					0,70

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		2,17
ΣH _{T,ia}		0,70
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		2,86
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		100,18

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
49,69	4,23	210,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
49,69	1,00	0,03	1,00	2,98

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
210,00	2,98	0,34	71,40	1,01	392,48

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
100,18	392,48	33,33	525,98

2.06 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	71,34	0,19	0,05	0,24	1	1	17,12
O - 01	OKNA	9,00	0,70	0,05	0,75	1	1	6,75
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	66,73	0,12	0,05	0,17	1	1	11,34
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								35,22

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	9,6	1,52	0,14	2,08
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					2,56

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		35,22
ΣH _{T,ia}		2,56
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		37,78
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		1322,31

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
260,23	0,96	250,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
260,23	1,00	0,03	1,00	15,61

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
250,00	15,61	0,34	85,00	5,31	185,80

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
1322,31	185,80	174,57	1682,68

2.07 ŠATNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	6,75	0,19	0,05	0,24	1	1	1,62
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	14,25	0,12	0,05	0,17	1	1	2,42
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								6,29

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	7,65	1,52	0,14	1,66
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					2,14

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		6,29
ΣH _{T,ia}		2,14
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		8,43
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		295,18

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Hygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
55,58	3,60	200,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	ei	εi	V _{inf,i}
55,58	1,00	0,02	1,00	2,22

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
200,00	2,22	0,34	68,00	0,76	26,45

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
295,18	26,45	37,28	358,91

2.08 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	17,91	0,19	0,05	0,24	1	1	4,30
O - 01	OKNA	9,00	0,70	0,05	0,75	1	1	6,75
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	39,33	0,12	0,05	0,17	1	1	6,69
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								17,73

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 20°C DO 15°C	24,81	1,52	0,14	5,39
D - 02	DVEŘE Z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
S - 06	STROP Z 20°C DO 15°C	11,4	0,28	0,14	0,46
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					6,32

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		17,73
ΣH _{T,ia}		6,32
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		24,06
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		842,02

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
153,39	0,81	125,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
153,39	1,00	0,03	1,00	9,20

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
125,00	9,20	0,34	42,50	3,13	109,52

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
842,02	109,52	102,89	1054,43

2.09 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	40,61	0,19	0,05	0,24	1	1	9,75
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	35,63	0,12	0,05	0,17	1	1	6,06
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								20,30

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	22,28	1,52	0,14	4,84
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					5,32

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		20,30
ΣH _{T,ia}		5,32
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		25,62
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		896,75

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
138,94	0,90	125,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
138,94	1,00	0,03	1,00	8,34

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
125,00	8,34	0,34	42,50	2,83	99,20

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
896,75	99,20	93,21	1089,16

2.10 ZÁDVEŘÍ

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	8,36	0,12	0,05	0,17	1	1	1,42
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								1,42

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 15°C DO 20°C	15,06	1,52	-0,17	-3,82
D - 02	DVEŘE z 15°C DO 20°C	2,1	1,60	-0,17	-0,56
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					-4,38

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		1,42
ΣH _{T,ia}		-4,38
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		-2,95
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		-103,39

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
32,60	0,50	16,30

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
32,60	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
16,30	0,00	0,34	5,54	0,00	-27,71

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-103,39	-27,71	21,87	-109,23

2.11 SKLAD

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	8,82	0,19	0,05	0,24	1	1	2,12
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	14,82	0,12	0,05	0,17	1	1	2,52
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								9,14

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S -02	STĚNA Z 15°C DO 20°C	30,42	1,52	-0,17	-7,71
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					-7,71

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		9,14
ΣH _{T,ia}		-7,71
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		1,43
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		42,89

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
57,80	0,50	28,90

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
57,80	1,00	0,02	1,00	2,31

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
28,90	2,31	0,34	9,83	0,79	-25,55

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
42,89	-25,55	38,77	56,12

2.12 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	32,97	0,19	0,05	0,24	1	1	7,91
O - 01	OKNA	15,00	0,70	0,05	0,75	1	1	11,25
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	76,88	0,12	0,05	0,17	1	1	13,07
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								32,23

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	70,245	1,52	0,14	15,25
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					15,73

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		32,23
ΣH _{T,ia}		15,73
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		47,96
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		1678,77

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
299,81	1,25	375,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
299,81	1,00	0,03	1,00	17,99

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
375,00	17,99	0,34	127,50	6,12	214,07

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
1678,77	214,07	201,11	2093,94

2.13 ŠATNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	5,78	0,19	0,05	0,24	1	1	1,39
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	14,06	0,12	0,05	0,17	1	1	2,39
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								6,03

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	8,775	1,52	0,14	1,91
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					2,39

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		6,03
ΣH _{T,ia}		2,39
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		8,41
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		294,42

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
54,84	3,65	200,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	ei	εi	V _{inf,i}
54,84	1,00	0,02	1,00	2,19

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
200,00	2,19	0,34	68,00	0,75	26,11

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
294,42	26,11	36,79	357,32

2.14 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM**H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]**

Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	51,38	0,19	0,05	0,24	1	1	12,33
O - 01	OKNA	12,00	0,70	0,05	0,75	1	1	9,00
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	62,50	0,12	0,05	0,17	1	1	10,63
$\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								31,96

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]

Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	7,65	1,52	0,14	1,66
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					2,14

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]

$\Sigma H_{T,ie}$		31,96
$\Sigma H_{T,ia}$		2,14
Celková ztráta prostupem $\Sigma H_{T,i}$		34,10
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$
20	-15	35
Celková ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		$\Sigma H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$
		1193,37

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
243,75	1,03	250,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
243,75	1,00	0,03	1,00	14,63

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]

V _i	V _{inf,i}	ρ.c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
250,00	14,63	0,34	85,00	4,97	174,04

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]

Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
1193,37	174,04	163,50	1530,90

2.15 UMÝVÁRNA MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	6,03	0,19	0,05	0,24	1	1	1,45
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	5,36	0,12	0,05	0,17	1	1	0,91
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								2,81

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	4,53	1,52	0,14	0,98
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					1,46

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		2,81
ΣH _{T,ia}		1,46
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		4,27
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		149,49

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Hygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
20,86	5,75	120,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
20,86	1,00	0,03	1,00	1,25

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
120,00	1,25	0,34	40,80	0,43	14,89

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
149,49	14,89	14,01	178,39

2.16 WC MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	10,71	0,19	0,05	0,24	1	1	2,57
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	9,14	0,12	0,05	0,17	1	1	1,55
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								4,57

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	23,595	1,52	0,14	5,12
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					5,12

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		4,57
ΣH _{T,ia}		5,12
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		9,70
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		339,39

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
40,54	3,70	150,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
40,54	1,00	0,02	1,00	1,62

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
150,00	1,62	0,34	51,00	0,55	19,30

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
339,39	19,30	23,90	382,58

2.17 UMÝVÁRNA ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	7,20	0,19	0,05	0,24	1	1	1,73
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	6,30	0,12	0,05	0,17	1	1	1,07
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								3,25

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	17,985	1,52	0,14	3,91
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					4,39

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		3,25
ΣH _{T,ia}		4,39
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		7,63
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		267,20

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
28,26	4,25	120,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
28,26	1,00	0,03	1,00	1,70

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
120,00	1,70	0,34	40,80	0,58	20,17

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]				
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}	
267,20	20,17	16,48	303,86	

2.18 WC ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	13,44	0,19	0,05	0,24	1	1	3,23
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	11,34	0,12	0,05	0,17	1	1	1,93
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								5,60

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	14,04	1,52	0,14	3,05
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					3,05

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		5,60
ΣH _{T,ia}		3,05
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		8,65
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		302,82

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
40,54	4,93	200,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
40,54	1,00	0,02	1,00	1,62

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
200,00	1,62	0,34	68,00	0,55	19,30

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
302,82	19,30	29,67	351,79

2.19 UČEBNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	28,76	0,19	0,05	0,24	1	1	6,90
O - 01	OKNA	12,00	0,70	0,05	0,75	1	1	9,00
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	75,24	0,12	0,05	0,17	1	1	12,79
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								28,69

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	38,655	1,52	0,14	8,39
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					8,87

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		28,69
ΣH _{T,ia}		8,87
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		37,57
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		1314,80

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Hygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
293,44	0,85	250,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
293,44	1,00	0,03	1,00	17,61

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
250,00	17,61	0,34	85,00	5,99	209,51

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
1314,80	209,51	196,83	1721,14

2.20 KANCELÁŘE

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	16,04	0,19	0,05	0,24	1	1	3,85
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	40,68	0,12	0,05	0,17	1	1	6,92
ΣH_{T,ie} = Σ(A_k·(U_k+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								15,26

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	19,935	1,52	0,14	4,33
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _k ·U _k ·f _{ia,k}) [W/K]					4,81

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		15,26
ΣH _{T,ia}		4,81
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		20,07
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		702,55

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
158,65	0,95	150,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
158,65	1,00	0,03	1,00	9,52

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
150,00	9,52	0,34	51,00	3,24	113,28

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
702,55	113,28	106,42	922,24

2.21 CHODBA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 15°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	6,75	0,19	0,05	0,24	1	1	1,62
O - 01	OKNA	3,00	0,70	0,05	0,75	1	1	2,25
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	27,38	0,12	0,05	0,17	1	1	4,65
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vnitřního prostředí do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								8,52

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 15°C DO 20°C	74,91	1,52	-0,17	-18,98
D - 02	DVEŘE z 15°C DO 20°C	10,5	1,60	-0,17	-2,80
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					-21,78

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		8,52
ΣH _{T,ia}		-21,78
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		-13,25
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
15	-15	30
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		-397,60

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Hygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
106,76	3,47	370,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
106,76	1,00	0,02	1,00	4,27

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
370,00	4,27	0,34	125,80	1,45	-585,44

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
-397,60	-585,44	71,61	-911,43

2.22 UMÝVÁRNA MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	15,78	0,19	0,05	0,24	1	1	3,79
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	4,05	0,12	0,05	0,17	1	1	0,69
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vnitřního prostředí do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								4,93

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	3,945	1,52	0,14	0,86
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					1,34

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		4,93
ΣH _{T,ia}		1,34
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		6,26
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		219,18

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
16,32	3,68	60,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
16,32	1,00	0,02	1,00	0,65

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
60,00	0,65	0,34	20,40	0,22	7,77

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
219,18	7,77	10,59	237,55

2.23 WC MUŽI

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	6,23	0,19	0,05	0,24	1	1	1,49
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	4,73	0,12	0,05	0,17	1	1	0,80
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vnitřního prostředí do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								2,75

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kece	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	6,825	1,52	0,14	1,48
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					1,48

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		2,75
ΣH _{T,ia}		1,48
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		4,23
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		148,02

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍ

Hygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
18,43	5,43	100,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
18,43	1,00	0,02	1,00	0,74

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{v,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{v,i}
100,00	0,74	0,34	34,00	0,25	8,77

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{v,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
148,02	8,77	12,36	169,16

2.24 UMÝVÁRNA ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	4,17	0,12	0,05	0,17	1	1	0,71
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vnitřního prostředí do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								0,71

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. ke	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	7,455	1,52	0,14	1,62
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,10	0,14	0,33
S - 06	STROP Z 20°C DO 24°C	4,165	0,28	-0,11	-0,13
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					1,95

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		0,71
ΣH _{T,ia}		1,95
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		2,66
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		92,99

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
16,24	3,69	60,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
16,24	1,00	0,00	1,00	0,00

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
60,00	0,00	0,34	20,40	0,00	0,00

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
92,99	0,00	10,90	103,89

2.25 WC ŽENY

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	14,81	0,19	0,05	0,24	1	1	3,55
O - 01	OKNA	0,60	0,70	0,05	0,75	1	1	0,45
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	6,98	0,12	0,05	0,17	1	1	1,19
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vnitřního prostředí do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								5,19

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kce	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 06	STROP Z 20°C DO 24°C	6,9825	0,28	-0,11	-0,22
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					-0,22

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		5,19
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		5,19
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		181,66

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - KASKÁDOVÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
21,79	6,89	150,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
21,79	1,00	0,02	1,00	0,87

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ.c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
150,00	0,87	0,34	51,00	0,30	10,37

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
181,66	10,37	18,27	210,29

2.26 ŘEDITELNA

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	31,25	0,19	0,05	0,24	1	1	7,50
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	22,80	0,12	0,05	0,17	1	1	3,88
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vnitřního prostředí do venkovního prostředí $\Sigma H_{T,ie} = \Sigma (A_k \cdot (U_k + \Delta U_B) \cdot f_{U,k} \cdot f_{ie,k})$ [W/K]								15,87

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA z 20°C DO 15°C	16,815	1,52	0,14	3,65
D - 02	DVEŘE z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
S - 07	STROP Z 20°C DO 15°C	22,795	0,29	0,14	0,94
S - 02	STĚNA z 20°C DO 24°C	18,33	1,52	-0,11	-3,18
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj $\Sigma H_{T,ia} = \Sigma (A_k \cdot U_k \cdot f_{ia,k})$ [W/K]					4,13

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		15,87
ΣH _{T,ia}		4,13
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		20,01
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		700,18

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
88,90	0,50	44,45

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
88,90	1,00	0,03	1,00	5,33

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ _c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
44,45	5,33	0,34	15,11	1,81	63,47

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
700,18	63,47	59,63	823,29

2.27 KANCELÁŘE

VNITŘNÍ NÁVRHOVÁ TEPLOTA: 20°C

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM

H_{T,ie} je měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí [W/K]								
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	ΔU _B	U _K + ΔU _B	f _{U,k}	f _{ie,k}	H _{T,ie}
S - 01	STĚNA OBVODOVÁ	41,00	0,19	0,05	0,24	1	1	9,84
O - 01	OKNA	6,00	0,70	0,05	0,75	1	1	4,50
S - 08	PLOCHÁ STŘECHA	34,92	0,12	0,05	0,17	1	1	5,94
ΣH_{T,ie} = Σ(A_K·(U_K+ ΔU_B)·f_{U,k}·f_{ie,k}) [W/K]								20,28

H_{T,ia} měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj [W/K]					
Ozn. kee	Popis	A _K	U _K	f _{ia,k}	H _{T,ia}
S - 02	STĚNA Z 20°C DO 15°C	16,82	1,52	0,14	3,65
D - 02	DVEŘE Z 20°C DO 15°C	2,1	1,60	0,14	0,48
S - 06	STROP Z 20°C DO 15°C	34,92	0,28	0,14	1,37
Celkový měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru nebo nevytápěného prostoru nebo přes něj ΣH _{T,ia} = Σ(A _K ·U _K ·f _{ia,k}) [W/K]					4,13

Celková ztráta prostupem Φ_{T,i} [W]		
ΣH _{T,ie}		20,28
ΣH _{T,ia}		4,13
Celková ztráta prostupem ΣH_{T,i}		24,41
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e
20	-15	35
Celková ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		ΣH _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)
		854,31

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍHygienická výměna vzduchu V_{min,i}

Objem místnosti V	n _{min}	V _{min,i}
136,19	1,10	150,00

Infiltrace pláštěm budovy V_{inf,i}

Objem místnosti V	n ₅₀	e _i	ε _i	V _{inf,i}
136,19	1,00	0,03	1,00	8,17

Celková tepelná ztráta větráním Φ_{V,i} [W]					
V _i	V _{inf,i}	ρ·c	H _{v,i,n}	H _{v,i,inf}	Φ _{V,i}
150,00	8,17	0,34	51,00	2,78	97,24

Návrhový tepelný výkon pro místnost Φ_{HL,i} [W]			
Φ _{T,i}	Φ _{V,i}	Φ _{RH}	Φ _{HL,i}
854,31	97,24	91,35	1042,89

B.2.2.3 CELKOVÝ PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT

TEPELNÉ ZTRÁTY							
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA MÍSTNOSTI [m ²]	TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM ΦT_i [W]	TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM ΦV_i [W]	MĚRNÝ ZÁTOPOVÝ VÝKON ϕ_{hui} [W/m ²]	ZÁTOPOVÝ VÝKON $\Phi_{hu,i}$ [W]	NÁVRHOVÝ TEPELNÝ VÝKON $\Phi_{HL,i}$ [W]
1.01	zádveří	11,40	-68,24	-133,02	2,62	29,82	-171,44
1.02 + 1.03	chodba + schodiště	125,98	-1886,58	-217,17	2,62	329,57	-1774,17
1.04	úklidová komora	5,60	2,33	0,00	2,62	14,65	16,98
1.05	šatna	14,25	356,99	26,45	2,62	37,28	420,72
1.06	učebna	66,73	1055,47	185,80	2,62	174,55	1415,82
1.07	chodba	3,68	-114,83	-612	2,62	9,61	-717,22
1.08	WC ženy	8,70	154,49	306,00	2,62	22,75	483,24
1.09	WC muži	12,74	318,12	392,48	2,62	33,33	743,92
1.10	učebna	27,08	569,98	75,39	2,62	70,83	716,20
1.11	zádveří	8,36	-135,46	-27,71	2,62	21,87	-141,30
1.12	učebna	35,63	711,12	99,20	2,62	93,20	903,51
1.13	sklad	14,82	-26,52	-13,76	2,62	38,77	-1,51
1.14	učebna	76,88	1273,57	214,07	2,62	201,12	1688,75
1.15	šatna	14,06	207,85	26,11	2,62	36,78	270,74
1.16	učebna	62,50	864,76	174,04	2,62	163,50	1202,30
1.17	umývárna muži	5,36	125,18	14,91	2,62	14,02	154,11
1.18	WC muži	9,14	290,78	19,30	2,62	23,91	333,99
1.19	umývárna ženy	7,25	257,20	14,91	2,62	18,97	291,08
1.20	WC ženy	10,40	223,12	19,30	2,62	27,21	269,63
1.21	učebna	76,88	706,66	158,19	2,62	201,12	1065,96
1.22	šatna	16,20	209,19	30,07	2,62	42,38	281,64
1.23	učebna	40,68	703,59	113,28	2,62	106,42	923,29
1.24	WC imobilní	8,37	302,87	151,54	2,62	21,90	476,30
1.25	hygienické zázemí personál	11,75	323,33	728,11	2,62	30,74	1082,17
1.26	chodba	12,13	176,68	-20,90	2,62	31,72	187,50
1.27	strojovna vzduchotechniky	34,92	81,65	-60,20	2,62	91,35	112,80
1.28	kotelna	22,80	13,07	-39,29	2,62	59,64	33,42
2.01 +2.02	chodba + schodiště	119,88	-769,61	-206,65	2,62	313,61	-662,65
2.03	chodba	3,68	-66,77	-612	2,62	9,63	-669,15
2.04	WC ženy	8,70	100,26	306,00	2,62	22,76	429,01
2.05	WC muži	12,74	100,18	392,48	2,62	33,33	525,98
2.06	učebna	66,73	1322,31	185,80	2,62	174,57	1682,68
2.07	šatna	14,25	295,18	26,45	2,62	37,28	358,91
2.08	učebna	39,33	842,02	109,52	2,62	102,89	1054,43
2.09	učebna	35,63	896,75	99,20	2,62	93,21	1089,16
2.10	zádveří	8,36	-103,39	-27,71	2,62	21,87	-109,23
2.11	sklad	14,82	42,89	-25,55	2,62	38,77	56,12
2.12	učebna	76,88	1678,77	214,07	2,62	201,11	2093,94
2.13	šatna	14,06	294,42	26,11	2,62	36,79	357,32
2.14	učebna	62,50	1193,37	174,04	2,62	163,50	1530,90
2.15	umývárna muži	5,36	149,49	14,89	2,62	14,01	178,39
2.16	WC muži	9,14	339,39	19,30	2,62	23,90	382,58
2.17	umývárna ženy	6,30	267,20	20,17	2,62	16,48	303,86
2.18	WC ženy	11,34	302,82	19,30	2,62	29,67	351,79
2.19	učebna	75,24	1314,80	209,51	2,62	196,83	1721,14
2.20	kanceláře	40,68	702,55	113,28	2,62	106,42	922,24
2.21	chodba	27,38	-397,60	-585,44	2,62	71,61	-911,43
2.22	umývárna muži	4,05	219,18	7,77	2,62	10,59	237,55
2.23	WC muži	4,73	148,02	8,77	2,62	12,36	169,16
2.24	umývárna ženy	4,17	92,99	0,00	2,62	10,90	103,89
2.25	WC ženy	6,98	181,66	10,37	2,62	18,27	210,29
2.26	ředitelna	22,80	700,18	63,47	2,62	59,63	823,29
2.27	kanceláře	34,92	854,31	97,24	2,62	91,35	1042,89
CELKEM		1474,89	17397,71	2285,47	x	3858,30	23541,48

B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK

program ENERGETIKA
verze 6.0.7

DEKSOFT®

KLASIFIKACE PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Budova pro vzdělávání	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	,		
Katastrální území:			
Parcelní číslo:			
Celková podlahová plocha $A_e = 1772,6 \text{ [m}^2\text{]}$		hodnocená	doporučení
mimořádně úsporná 0,19 A 0,24 B 0,32 C 0,46 D 0,62 E 0,78 F G mimořádně ne hospodárná		0,253	
KLASIFIKACE		C	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{\text{en}} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{\text{en}} = H_t / A$		0,253	-
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{\text{en}, R, \text{class}}$ $\text{W/(m}^2\text{K)}$ typu referenční budovy určené vyhláškou o ENB pro klasifikaci.		0,269	-
Platnost štítku do (datum):		25.5.2032 (nebo do změny obálky budovy)	
Jméno a příjmení:			

PODROBNÝ PROTOKOL K VÝPOČTU U_{m}

Základní informace o hodnocené budově

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

Návrhové teploty		
Parametr	jednotky	hodnota
Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby θ_{e}	[°C]	-15
Z1 - Umělecká škola	[°C]	20

Podíl prosklených ploch		
Parametr	jednotky	hodnota
A_{w} : Výplně + prosklené části LOP k exteriéru se sklonem $\pm 30^\circ$ od svislé roviny	[m²]	262,8
A_{p} : A_{w} + konstrukce k exteriéru se sklonem $\pm 30^\circ$ od svislé roviny	[m²]	1 562,3
Poměr: $A_{\text{w}}/A_{\text{p}}$	[%]	16,8

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m³]	8 641,5
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m²]	3 334,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m²/m³]	0,39
Celková energeticky vztažná plocha budovy A_{e}	[m²]	1 772,6

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 prostu tepla U _s [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupu tepla H _t [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostu tepla U [W/(m ² K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupu tepla H _t [W/K]
VYP-1 1-EXT O1 - okno plastové - J	72,0	1,50	1,00	108,00	72,0	0,70	1,00	50,40
VYP-2 1-EXT D1 - vstupní dveře - S	3,3	1,70	1,00	5,61	3,3	1,80	1,00	5,94
STN-3 1-EXT SO-01 - obvodová - S	326,4	0,30	1,00	97,92	326,4	0,19	1,00	62,02
STR-5 1-EXT SO-08 - střecha plochá	886,3	0,24	1,00	212,71	886,3	0,12	1,00	106,36
VYP-6 1-EXT D1 - vstupní dveře - V	3,3	1,70	1,00	5,61	3,3	1,80	1,00	5,94
VYP-7 1-EXT O1 - okno plastové - V	61,2	1,50	1,00	91,80	61,2	0,70	1,00	42,84
VYP-8 1-EXT O1 - okno plastové - S	75,0	1,50	1,00	112,50	75,0	0,70	1,00	52,50
VYP-9 1-EXT O1 - okno plastové - Z	48,0	1,50	1,00	72,00	48,0	0,70	1,00	33,60
STN-10 1-EXT SO-01 - obvodová - J	284,0	0,30	1,00	85,20	284,0	0,19	1,00	53,96
STN-11 1-EXT SO-01 - obvodová - V	336,3	0,30	1,00	100,89	336,3	0,19	1,00	63,90
STN-12 1-EXT SO-01 - obvodová - Z	352,8	0,30	1,00	105,84	352,8	0,19	1,00	67,03
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{\text{sm}} = 0,020$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{\text{sm}} = 0,020 \cdot 2$ 448,6		1,00	48,97	$\Delta U_{\text{sm}} = 0,050$ [W/(m ² K)] $\Delta U_{\text{sm}} = 0,050 \cdot 2$ 448,6		1,00	122,43

Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

PDL(z)-4 1-ZEM SO-04 - podlaha na terénu - laminát	886,3	0,45		183,79	886,3	0,25		132,05
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,020$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,020 \cdot$ 886,3		0,48	17,73	$\Delta U_{em} = 0,050$ [W/(m²K)] $\Delta U_{em} = 0,050 \cdot$ 886,3		0,66	44,32
Celkem bez vlivu ΔU_{em}	3 334,9	-	-	1 181,87	3 334,9	-	-	676,53
tepelné vazby ²⁾	$\Sigma \Delta U_{em}$			66,70	$\Sigma \Delta U_{em}$			166,75
celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	-	-	-	1 248,57	-	-	-	843,28

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 přirážkou $f_R \cdot 0,02$ W/(m².K).

³⁾ V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny Θ_i je mimo interval $18^\circ\text{C} \leq \Theta_i \leq 22^\circ\text{C}$, 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 $18^\circ\text{C} \leq \Theta_i \leq 22^\circ\text{C}$ je činitel $e=1,00$. V případě, že u konstrukce byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ „z temperovaného prostoru do exteriéru“ nebo „z temperovaného prostoru k nevytápěnému prostoru“, přenásobení požadovaného součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ činitelem „e“ se neprovádí, resp. $e=1,00$. Stejně tak se požadavek nepřepočítává ($e=1,00$), pokud u konstrukce byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla na konstrukci $U_{N,20}$ „stěna/strop mezi prostory s rozdílem do 10°C , resp. do 5°C “. Tento požadavek také není závislý na vyšší 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/(m².K)	W/(m².K)	
Z1 - Umělecká škola	0,374	0,253	67,54 %
budova celkem	0,374	0,253	67,54 %
budova splňuje požadavek $U_{em,R}$ vybrané referenční budovy:			ANO

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,clasa}$	U_{em}	Klasifikační třída
	W/(m²K)	W/(m²K)	
Budova celkem	0,269	0,253	C

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

Identifikační údaje osoby, která protokol vypracovala

Jméno a příjmení	
Adresa zpracovatele (ulice, popisné číslo, PSČ):	Klára Hartová
Podpis zpracovatele protokolu	

Datum vypracování protokolu průměrného součinitele prostupu tepla

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

B.4 NÁVRH VÝKONU PRO VZT JEDNOTKU

Větrání objektu je řešené jako nucené pomocí vzduchotechnické jednotky se ZZT (účinnost 60 %) umístěné ve strojovně v 1NP.

POSTUP VÝPOČTU VÝKONU PRO VZT JEDNOTKU

Teplota za výměníkem t_{zzt} [°C]

$$\frac{\eta}{100} = \frac{t_{ZZT} - t_e}{t_p - t_e}$$

η účinnost ZZT [%]

T_e výpočtová venkovní teplota [°C], uvažovaná hodnota: -15 °C

T_p teplota přiváděného vzduchu [°C]

Výkon pro VZT jednotku Q_{VZT} [W]

$$Q_{VZT} = V_{p,i} / 3600 \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_{ZZT})$$

$V_{p,i}$ přiváděný vzduch do místnosti [°C]

ρ hustota vzduchu [kg/m³]

c měrná tepelná kapacita vzduchu [J/kg.K]

T_p teplota přiváděného vzduchu [°C]

t_{ZZT} teplota za výměníkem ZZT [°C]

VÝPOČET VÝKONU VZT JEDNOTKY							
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	V _p [m ³ /h]	T _i [°C]	T _{zzt} [°C]	T _p [Pa]	ΔT [Pa]	Q _o [W]
1.01	zádveří	90,7	15,0	3	20,0	17,0	519,1
1.02 + 1.03	chodba + schodiště	265,3	15,0	3	20,0	17,0	1518,5
1.04	úklidová komora	50,0	15,0	3	20,0	17,0	286,2
1.05	šatna	202,2	20,0	6	20,0	14,0	953,1
1.06	učebna	265,6	20,0	6	20,0	14,0	1251,9
1.07	chodba	360,0	15,0	3	20,0	17,0	2060,4
1.10	učebna	81,3	20,0	6	20,0	14,0	383,4
1.11	zádveří	16,3	15,0	3	20,0	17,0	93,3
1.12	učebna	133,3	20,0	6	20,0	14,0	628,5
1.13	sklad	32,4	15,0	3	20,0	17,0	185,2
1.14	učebna	393,0	20,0	6	20,0	14,0	1852,3
1.15	šatna	202,2	20,0	6	20,0	14,0	953,0
1.16	učebna	264,6	20,0	6	20,0	14,0	1247,3
1.17	umývárna muži	121,3	20,0	6	20,0	14,0	571,5
1.19	umývárna ženy	121,3	20,0	6	20,0	14,0	571,5
1.21	učebna	138,3	20,0	6	20,0	14,0	651,8
1.22	šatna	202,5	20,0	6	20,0	14,0	954,6
1.23	učebna	109,5	20,0	6	20,0	14,0	516,2
1.26	chodba	25,5	15,0	3	20,0	17,0	146,1
1.27	strojovna vzduchotechniky	73,5	15,0	3	20,0	17,0	420,9
1.28	kotelna	48,0	15,0	3	20,0	17,0	274,8
2.01 +2.02	chodba + schodiště	252,5	15,0	3	20,0	17,0	1445,0
2.03	chodba	360,0	15,0	3	20,0	17,0	2060,4
2.04	WC ženy	180,0	20,0	6	20,0	14,0	848,4
2.05	WC muži	213,0	20,0	6	20,0	14,0	1003,9
2.06	učebna	265,6	20,0	6	20,0	14,0	1251,9
2.07	šatna	202,2	20,0	6	20,0	14,0	953,1
2.08	učebna	134,2	20,0	6	20,0	14,0	632,5
2.09	učebna	133,3	20,0	6	20,0	14,0	628,5
2.10	zádveří	16,3	15,0	3	20,0	17,0	93,3
2.11	sklad	31,2	15,0	3	20,0	17,0	178,6
2.12	učebna	393,0	20,0	6	20,0	14,0	1852,3
2.13	šatna	202,2	20,0	6	20,0	14,0	953,0
2.14	učebna	264,6	20,0	6	20,0	14,0	1247,3
2.15	umývárna muži	121,3	20,0	6	20,0	14,0	571,5
2.17	umývárna ženy	121,7	20,0	6	20,0	14,0	573,6
2.19	učebna	267,6	20,0	6	20,0	14,0	1261,3
2.20	kanceláře	159,5	20,0	6	20,0	14,0	751,9
2.21	chodba	374,3	15,0	3	20,0	17,0	2142,1
2.22	umývárna muži	60,7	20,0	6	20,0	14,0	285,9
2.24	umývárna ženy	60,0	20,0	6	20,0	14,0	282,8
2.26	ředitelna	49,8	20,0	6	20,0	14,0	234,6
2.27	kanceláře	158,2	20,0	6	20,0	14,0	745,5
CELKEM		7218,03					36037

Celkový výkon ohřívače VZT je 36 037 W.

B.5 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

Vytápění pomocí otopných těles je navrženo na teplotní spád 50/40 od firmy KORADO. Desková tělesa typu Radik CLEAN VKM8 a trubková tělesa typu KORALUX RONDO CLASSIC M. Typ deskových otopných těles je navržen z důvodu požadavku na zvýšenou čistotu prostředí vzhledem k provozu objektu – škola. Na rozdělovač/sběrač jsou napojeny celkem čtyři okruhy. Rozdělení okruhů je dle světových stran S, V a J. Poslední větev je napojena samostatně z důvodu nízkých výkonů otopných těles a krátkých vzdáleností k rozdělovači/sběrači.

B.5.1 SKUTEČNÝ VÝKON TĚLES

$$Q_{\text{Tskut}} = Q_t \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \cdot \varphi \text{ [W]}$$

Kde Q_t výkon tělesa pro návrhové podmínky (interiérová teplota a teplota přívodu/vratu navrhované soustavy.

φ součinitel na způsob připojení těles [-]

z_1 součinitel na úpravu okolí – zákryt, umístění pod parapetem atd. [-]

z_2 součinitel na počet článků, pro desková otopná tělesa $z_2 = 1$

z_3 součinitel na umístění tělesa v místnosti [-]

B.5.2 NAVRŽENÁ OTOPNÁ TĚLESA

NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES												
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV MÍSTNOSTI	NÁVRHOVÝ TEPELNÝ VÝKON ΦHL,i [W]	POČET [ks]	OBCHODNÍ NÁZEV TEPLOTNÍ SPÁD 50/40	ROZMĚR (vxdxh) [mm]	TEPELNÝ VÝKON OTOPNÝCH TĚLES [W]	TEPELNÝ VÝKON CELKEM [W]	φ	z1	z2	z3	SKUTEČNÝ VÝKON TĚLES ΦT,skut [W]
1.01	zádveří	-171,44		-								
1.02 + 1.03	chodba + schodiště	-1774,17		-								
1.04	úklidová komora	16,98		-								
1.05	šatna	420,72	1	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1200x100	493	493	1	0,9	1	1	444
1.06	učebna	1415,82	3	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1000x100	581	1743	1	0,9	1	1	1569
1.07	chodba	-717,22		-								
1.08	WC ženy	483,24	1	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1000x100	581	581	1	1	1	0,9	523
1.09	WC muži	743,92	1	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1000x100	411	411	1	1	1	1	411
			1	KORALUX RONDO CLASSIC-M	1500x750	383	383	1	1	1	0,9	345
1.10	učebna	716,20	2	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1000x100	411	822	1	0,9	1	1	740
1.11	zádveří	-141,30		-								
1.12	učebna	903,51	2	Typ 20S CLEAN VKM8	900x900x100	523	1046	1	0,9	1	1	941
1.13	sklad	-1,51		-								
1.14	učebna	1688,75	3	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1100x100	639	1917	1	0,9	1	1	1725
1.15	šatna	270,74	1	Typ 10 CLEAN VKM8	600x1200x47	315	315	1	0,9	1	1	284
1.16	učebna	1202,30	2	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1200x100	698	1396	1	0,9	1	1	1256
1.17	umývárna muži	154,11	1	Typ 10 CLEAN VKM8	600x900x47	236	236	1	1	1	0,9	212
1.18	WC muži	333,99	1	Typ 10 CLEAN VKM8	900x1000x47	347	347	1	1	1	1	347
1.19	umývárna ženy	291,08	1	KORALUX RONDO CLASSIC-M	1500x750	383	383	1	1	1	0,9	345
1.20	WC ženy	269,63	1	Typ 10 CLEAN VKM8	600x1100x47	289	289	1	1	1	1	289
1.21	učebna	1065,96	3	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1000x100	411	1233	1	0,9	1	1	1110
1.22	šatna	281,64	1	Typ 10 CLEAN VKM8	600x1200x47	315	315	1	0,9	1	1	284
1.23	učebna	923,29	2	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1100x100	581	1162	1	0,9	1	1	1046
1.24	WC imobilní	476,30	1	KORALUX RONDO CLASSIC-M	1820x750	479	479	1	1	1	1	479
1.25	hygienické zázemí personál	1082,17	1	KORALUX RONDO CLASSIC-M	1820x750	479	479	1	1	1	1	455
			1	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1100x100	639	639	1	1	1	1	639
1.26	chodba	187,50	1	Typ 10 CLEAN VKM8	500x1000x47	227	227	1	1	1	0,9	204
1.27	strojovna vzduchotechniky	112,80		-								
1.28	kotelna	33,42		-								
2.01 + 2.02	chodba + schodiště	-662,65		-								
2.03	chodba	-669,15		-								
2.04	WC ženy	429,01	1	KORALUX RONDO CLASSIC-M	1820x750	479	479	1	1	1	0,9	431
2.05	WC muži	525,98	1	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1000x100	581	581	1	1	1	1	581
2.06	učebna	1682,68	3	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1100x100	639	1917	1	0,9	1	1	1725
2.07	šatna	358,91	1	Typ 10 CLEAN VKM8	600x1000x100	411	411	1	0,9	1	1	370
2.08	učebna	1054,43	2	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1100x100	639	1278	1	0,9	1	1	1150
2.09	učebna	1089,16	2	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1100x100	639	1278	1	0,9	1	1	1150
2.10	zádveří	-109,23		-								
2.11	sklad	56,12		-								
2.12	učebna	2093,94	5	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1200x100	493	2465	1	0,9	1	1	2219
2.13	šatna	357,32	1	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1000x100	411	411	1	0,9	1	1	370
2.14	učebna	1530,90	4	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1100x100	452	1808	1	0,9	1	1	1627
2.15	umývárna muži	178,39	1	KORALUX RONDO CLASSIC-M	900x750	219	219	1	1	1	0,9	197
2.16	WC muži	382,58	1	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1000x100	411	411	1	1	1	1	411
2.17	umývárna ženy	303,86	1	KORALUX RONDO CLASSIC-M	1500x750	383	383	1	1	1	0,9	345
2.18	WC ženy	351,79	1	Typ 20S CLEAN VKM8	500x1000x100	355	355	1	1	1	1	355
2.19	učebna	1721,14	4	Typ 20S CLEAN VKM8	900x900x100	523	2092	1	0,9	1	1	1883
2.20	kanceláře	922,24	2	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1200x100	493	986	1	1	1	1	986
2.21	chodba	-911,43		-								
2.22	umývárna muži	237,54557	1	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1000x100	411	411	1	1	1	1	411
2.23	WC muži	169,15584										
2.24	umývárna ženy	103,89										
2.25	WC ženy	210,29	1	Typ 20S CLEAN VKM8	500x1000x100	370	370	1	1	1	0,9	333
2.26	ředitelna	823,29	2	Typ 20S CLEAN VKM8	600x1100x100	452	904	1	1	1	1	904
2.27	kanceláře	1042,89	2	Typ 20S CLEAN VKM8	900x1000x100	581	1162	1	1	1	1	1162
CELKEM		23541,48	67									30257

B.5.3 TECHNICKÉ LISTY OTOPNÝCH TĚLES

DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA – RADIK CLEAN VKM8

RADIK CLEAN VKM8



Popis

Model **RADIK CLEAN VKM8** je deskové otopné těleso v provedení ventil kompaktní, které umožňuje spodní **středové nebo pravé spodní připojení** na otopnou soustavu. Typy 20 a 30 mají jednotnou vzdálenost spodního středového připojení od stěny. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navazujících šest příchyttek.

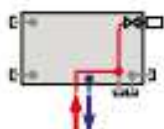
Otopné těleso je upraveno pro instalaci a provoz v prostorech se zvýšenými požadavky na hygienu a čistotu. Všechny typy jsou bez předávné plochy, bez mířky a bočních krytů.

Deskové otopná tělesa RADIK VKM8 jsou svou konstrukcí určena pro moderně řešené otopné soustavy s nuceným oběhem toplogenní látky a horizontálně vedeným rozvodným potrubím pod otopným tělesem v podlaze, ve stěně nebo po stěně zakrytá sítou.

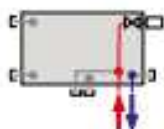
Technické údaje

Výška	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka L	500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 CLEAN VKM8	47 mm
Typ 20S CLEAN VKM8	100 mm
Typ 30 CLEAN VKM8	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	B x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	středové spodní, pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu

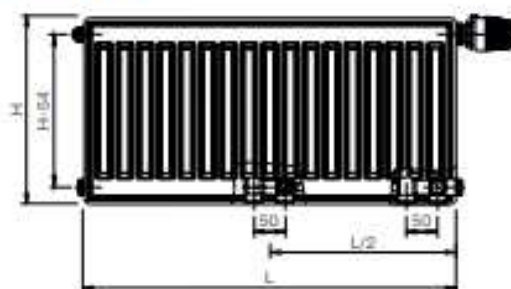


středové spodní
 $\varphi = 1$

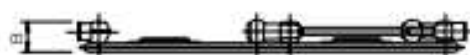


pravé spodní
 $\varphi = 1$

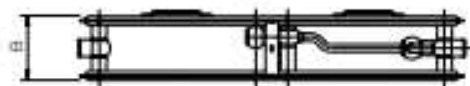
Přehled typů



Typ 10



Typ 20S



Typ 30

Údaje pro objednávání jsou uvedeny na straně 88.

Technické změny vyhrazeny.

49

KORALUX RONDO CLASSIC, RONDO CLASSIC - M



Konstrukce

KORALUX RONDO CLASSIC (KRC) je trubkové otopné těleso se **spodním připojením zdola dolů** s připojovací roztečí **h** odvozenou z jeho délky **L**. Konstrukce tělesa rovněž umožňuje **oboustranné připojení shora dolů**.

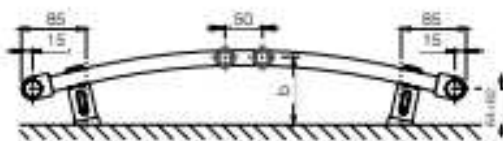
KORALUX RONDO CLASSIC - M (KRCM) je trubkové otopné těleso upravené pro **spodní středové připojení** s připojovací roztečí 50 mm.

Docelové trubky $\varnothing 20 \text{ mm}$
Docelový profil $40 \times 30 \text{ mm}$

Technické údaje

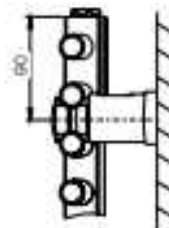
Výška H	700, 900, 1220, 1500, 1820 mm
Délka L	445, 495, 595, 745 mm
Hloubka B	54, 55, 61, 65 mm
Připojovací rozteč (KRC)	$h = L - 30 \text{ mm}$
Připojovací rozteč (KRCM)	50 mm
Připojovací závit (KRC)	4 x G 1/2 vnitřní
Připojovací závit (KRCM)	6 x G 1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Zkušební tlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Průtokový součinitel (KRC)	$A_v = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Průtokový součinitel (KRCM)	$A_v = 7,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Součinitel odporu (KRC)	$\xi = 1,8$
Součinitel odporu (KRCM)	$\xi = 16,0$

Upevnění

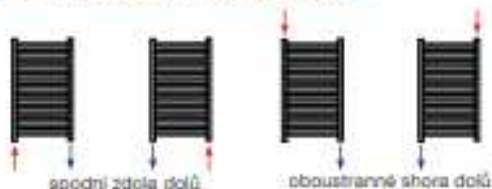


L [mm]	445	495	595	745
h [mm]	82 + 111	94 + 112	102 + 118	114 + 122

Dodávaná souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vrtuly, hmoždinky a návod na montáž.



Způsob připojení KORALUX RONDO CLASSIC



Způsob připojení KORALUX RONDO CLASSIC - M



* u spodního středového připojení lze použít integrovanou armaturu HM (dodávanou včetně termostatické hlavy) (viz strana 39).

Technické změny vyhrazeny.

B.6 DIMENZE A REGULACE OTOPNÝCH TĚLES

B.6.1 POSTUP VÝPOČTU

Při návrhu dimenze se prvně stanoví základní okruh, který je veden od nejvzdálenějšího a nejvýkonnějšího otopného tělesa k rozdělovači/sběrači. Následně je základní okruh dělen na dílčí úseky se shodným hmotnostním průtokem. Následné hodnoty z dimenzační tabulky jsou stanoveny výpočtem.

B.6.1.1 HMOTNOSTNÍ PRŮTOK

$$M = \frac{Q}{1,163 \cdot \Delta t} \quad [\text{kg/h}]$$

Kde M hmotnostní průtok [kg/h]

Q výkon [W]

Δt teplotní rozdíl [°C]

$$\Delta t = t_{w2} - t_{w1}$$

t_{w2} teplota vody vratu [°C]

t_{w1} teplota vody přívodu [°C]

B.6.1.2 NÁVRH PRŮMĚRU POTRUBÍ

Průměr potrubí je navrhován dle materiálu potrubí, teplotě otopné vody a hmotnostním průtoku. Při návrhu je nutno respektovat rychlost proudění (0,15 – 0,6 m/s) a měrné tlakové ztráty (60-100 Pa/m). Tyto hodnoty získáme například z webových stránek tzbinfo, která je navržena pro projektanty především TZB oborů.

B.6.1.3 TLAKOVÁ ZTRÁTA TŘENÍM

$$R \cdot l = \Delta p_{\lambda} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad [\text{Pa}]$$

Kde Δp_{λ} tlakové ztráty třením [Pa]

R měrná tlaková ztráta [Pa/m]

l délka úseku [m]

λ součinitel tření závislý na typu proudění a drsnosti materiálu [-]

d vnitřní profil potrubí [mm]

w rychlost vody v potrubí [m/s]

ρ hustota vody [kg/m³]

B.6.1.4 TLAKOVÁ ZTRÁTA MÍSTNÍMI ODPORY

$$Z = \Delta p_{\xi} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad [\text{Pa}]$$

Kde Z tlakové ztráty místními odpory [Pa]

Δp_{ξ} tlakové ztráty místními odpory [Pa]

ξ	součinitel místního odporu [-]
w	rychlost vody v potrubí [m/s]
ρ	hustota vody [kg/m ³]

B.6.1.5 PŘEDNASTAVENÍ VENTILŮ

Pro správné hydraulické vyvážení je nutno tělesa vhodně nastavit termostatickým ventilem. Prvně je seřízen základní kruh a následně ostatní tělesa k tlakové ztrátě základního okruhu. Výrobce otopných těles poskytuje průtokový diagram, ze kterého se přednastavení určí. V případě, že diagram výrobce neposkytuje, je nutno přednastavení určit z průtokového součinitele k_v .

B.6.2 DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V1

ZÁKLADNÍ OKRUH V1 - DIMENZE K OTOPNÉMU TĚLESU O1 - stupeň nastavení TRV (8)

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	523	45	6,90	15x1	11	0,10	78	13,4	67	145	350	495	495
2	1046	90	18,00	15x1	57	0,19	1019	3,5	63	1082	0	1082	1577
3	1525	131	7,06	18x1	39	0,18	277	0,9	15	292	0	292	1869
4	2619	225	5,88	18x1	102	0,31	600	0,9	43	643	0	643	2512
5	2823	243	9,84	18x1	120	0,34	1181	5,6	324	1504	7660	9164	11676
Vložen vyvážovací ventil STAD PN 25 DN 15 - nastavení ventilu 3 - Δp _{rv} = 1660 Pa													
Trojcestný směšovací ventil DN 15 - K _{vs} = 1,0 - Δp _{rv} = 6000 Pa													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O2

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1-1	523	45	2,10	15x1	11	0,10	24	10,8	54	78	0	78	78

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 495 - 78 = 417 Pa → (7)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O3

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2-1	479	41	10,80	15x1	10	0,09	110	3,50	14	124	0	124	124

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 1577 - 124 = 1453 Pa → (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O4

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3-1	1094	94	8,62	15x1	62	0,2	534	0,90	18	552	0	552	552
3-2	639	55	5,30	15x1	16	0,12	86	10,80	78	164	0	164	716

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 1869 - 716 = 1153 Pa → (6)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O5

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3-1	1094	94	8,62	15x1	62	0,2	534	0,90	18	552	0	552	552
3-3	455	39	3,66	15x1	9	0,08	33	10,80	35	68	0	68	619

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 1869 - 619 = 1250 Pa → (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O6

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
4-1	204	18	2,7	15x1	5	0,04	12	10,80	9	21	0	21	21

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 2512 - 21 = 2491 Pa → (0,75)

B.6.2.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V1 je navržen vyvážovací ventil od firmy IMI Hydronic typu STAD – PN 25.

NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU						
Větev	Typ	DN	Ztráta ventilu [Pa]	m [m ³ /h]	k _v	Otáčky
V1	STAD	15	1660	0,245	1,9	3

B.6.2.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V1 je navržen trojcestný směšovací ventil od firmy ESBE typu VRG 130.

NÁVRH TROJCESTNÉHO VENTILU							
Větev	trojcestný ventil	K _{vs} [m ³ /h]	M [Kg/h]	Ztráta okruhu [Pa]	Ztráta ventilu [Pa]	Celková ztráta [Pa]	Autorita ventilu
V1	DN 15	1	243	7266	6000	13266	0,45

B.6.3 DIMENZOVÁNÍ VĚTVĚ V2

ZÁKLADNÍ OKRUH V2 - DIMENZE K OTOPNÉMU TĚLESU O7 - stupeň nastavení TRV (8)

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	581	50	6,50	15x1	13	0,11	84	13,4	81	165	400	565	565
2	1162	100	17,40	15x1	67	0,21	1173	3,5	77	1250	0	1250	1815
3	2066	178	5,50	18x1	70	0,25	384	4,5	141	525	0	525	2339
4	2421	208	5,04	18x1	91	0,29	456	0,9	38	494	0	494	2833
5	3407	293	1,86	22x1	56	0,26	104	1	30	135	0	135	2968
6	3818	328	3,46	22x1	68	0,29	235	1	38	273	0	273	3241
7	5698	490	6,30	28x1,5	48	0,28	303	3,0	118	421	0	421	3662
8	6808	585	25,76	28x1,5	64	0,33	1659	6,1	332	1991	15560	17551	21213
Vložen vyvažovací ventil STAD PN 25 DN 25 - nastavení ventilu 2 - Δp _{rv} = 2410 Pa													
Trojcestný směšovací ventil DN 20 - K _{vs} = 2,5 - Δp _{rv} = 13150 Pa													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O8

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1-1	581	50	1,96	15x1	13	0,11	25	10,8	65	91	0	91	91

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 565 - 91 = 474 Pa → (7,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O9

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2-1	904	78	14,20	15x1	36	0,16	510	3,50	45	555	0	555	555
2-2	452	39	5,46	15x1	9	0,08	50	13,4	43	93	0	93	647

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 1815 - 647 = 1168 Pa → (3,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O10

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2-1	904	78	14,20	15x1	36	0,16	510	3,50	45	555	0	555	555
2-3	452	39	4,38	15x1	9	0,08	40	13,40	43	83	0	83	637

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 1912 - 636 = 1178 Pa → (3,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O11

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3-1	333	29	11,58	15x1	6,8	0,06	79	16,00	29	108	0	108	108

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 2339 - 108 = 2232 Pa → (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O12

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
4-1	986	85	17,92	15x1	50	0,18	892	3,50	57	949	0	949	949
4-2	493	42	6,90	15x1	10	0,09	70	13,40	54	125	0	125	1074

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 2833 - 1074 = 1760 Pa → (3)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O13

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
4-1	986	85	17,92	15x1	50	0,18	892	3,50	57	949	0	949	949
4-3	493	42	2,10	15x1	10	0,09	21	10,80	44	65	0	65	1014

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 2833 - 1014 = 1819 Pa → (3)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O14

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
5-1	411	35	8,18	15x1	8	0,08	65	13,40	43	108	0	108	108

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 2968 - 108 = 2861 Pa → (2)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O15

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1880	162	16,12	18x1	60	0,23	972	4,5	119	1091	0	1091	1091
6-2	1410	121	5	15x1	98	0,26	489	0,9	30	519	0	519	1610
6-3	940	81	5	15x1	43	0,17	213	0,9	13	226	0	226	1835
6-4	470	40	6,96	15x1	9	0,08	63	13,4	43	106	0	106	1942

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3241 - 1942 = 1300 Pa —————> (3,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O16

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1880	162	16,12	18x1	60	0,23	972	4,5	119	1091	0	1091	1091
6-2	1410	121	5	15x1	98	0,26	489	0,9	30	519	0	519	1610
6-3	940	81	5	15x1	43	0,17	213	0,9	13	226	0	226	1835
6-5	470	40	2,1	15x1	9	0,08	19	10,8	35	54	0	54	1889

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3241 - 1889 = 1352 Pa —————> (3,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O17

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1880	162	16,12	18x1	60	0,23	972	4,5	119	1091	0	1091	1091
6-2	1410	121	5	15x1	98	0,26	489	0,9	30	519	0	519	1610
6-6	470	40	2,1	15x1	9	0,08	19	10,8	35	54	0	54	1664

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3241 - 1664 = 1578 Pa —————> (3)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O18

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1880	162	16,12	18x1	60	0,23	972	4,5	119	1091	0	1091	1091
6-7	470	40	2,1	15x1	9	0,08	19	10,8	35	54	0	54	1145

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3241 - 1145 = 2517 Pa —————> (2,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O19

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1394	120	9,20	15x1	91	0,25	840	3,50	109	949	0	949	949
7-2	284	24	16,14	15x1	6	0,05	92	13,40	17	109	0	109	1058

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3662 - 1058 = 2604 Pa —————> (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O20

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1394	120	9,20	15x1	91	0,25	840	3,50	109	949	0	949	949
7-3	1110	95	7,10	15x1	62	0,20	439	0,90	18	457	0	457	1407
7-4	740	64	5,00	15x1	25	0,14	125	0,9	9	133	0	133	1540
7-5	370	32	7,10	15x1	8	0,07	56	13,4	33	89	0	89	1629

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3662 - 1629 = 2033 Pa —————> (2,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O21

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1394	120	9,20	15x1	91	0,25	840	3,50	109	949	0	949	949
7-3	1110	95	7,10	15x1	62	0,20	439	0,90	18	457	0	457	1407
7-4	740	64	5,00	15x1	25	0,14	125	0,9	9	133	0	133	1540
7-6	370	32	2,10	15x1	8	0,07	17	10,8	26	43	0	43	1583

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3662 - 1583 = 2079 Pa —————> (2,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O22

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1394	120	9,20	15x1	91	0,25	840	3,50	109	949	0	949	949
7-3	1110	95	7,10	15x1	62	0,20	439	0,90	18	457	0	457	1407
7-7	370	32	2,10	15x1	8	0,07	17	10,8	26	43	0	43	1450

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3662 - 1450 = 2212 Pa —————> (2)

B.6.3.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V2 je navržen vyvažovací ventil od firmy IMI Hydronic typu STAD – PN 25.

NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU						
Větev	Typ	DN	Ztráta ventilu [Pa]	m [m ³ /h]	k _v	Otáčky
V2	STAD	25	2410	0,591	3,81	2

B.6.3.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V2 je navržen trojcestný směšovací ventil od firmy ESBE typu VRG 130.

NÁVRH TROJCESTNÉHO VENTILU							
Větev	trojcestný ventil	K _{vs} [m ³ /h]	M [Kg/h]	Ztráta okruhu [Pa]	Ztráta ventilu [Pa]	Celková ztráta [Pa]	Autorita ventilu
V2	DN 15	1,63	585	21213	13150	34363	0,38

B.6.4 DIMENZOVÁNÍ VĚTVY V3

ZÁKLADNÍ OKRUH V3 - DIMENZE K OTOPNÉMU TĚLESU O23 - stupeň nastavení TRV (7)													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	444	38	7,20	15x1	9	0,08	66	13,4	43	108	310	418	418
2	888	76	5,00	15x1	36	0,16	180	0,9	12	191	0	191	609
3	1332	115	5,00	15x1	85	0,24	425	0,9	26	451	0	451	1060
4	1776	153	1,82	15x1	141	0,32	257	0,9	46	303	0	303	1363
5	2220	191	12,94	18x1	80	0,27	1034	7,1	259	1293	0	1293	2656
6	2590	223	1,06	18x1	102	0,31	108	4,5	216	324	0	324	2980
7	4218	363	6,56	22x1	81	0,32	531	0,9	46	577	0	577	3558
8	5541	476	4,70	22x1	137	0,43	644	7,1	656	1300	0	1300	4858
9	9984	858	38,70	28x1,5	131	0,49	5070	12,9	1549	6618	13570	20188	25046
Vložen vyvažovací ventil STAD PN 25 DN 25 - nastavení ventilu 2,5 - Δp _{rv} = 1540 Pa													
Trojcestný směšovací ventil DN 20 - K _{vs} = 2,5 - Δp _{rv} = 12030 Pa													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O24													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1-1	444	38	2,20	15x1	9	0,08	20	10,8	35	55	0	55	55
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 418 - 55 = 364 Pa → (6,5)													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O25													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2-1	444	38	2,20	15x1	9	0,08	20	10,80	35	54	0	54	54
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 609 - 54 = 555 Pa → (5)													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O26													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3-1	444	38	2,20	15x1	9	0,08	20	10,80	35	54	0	54	54
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 1060 - 54 = 1006 Pa → (4)													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O27													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
4-1	444	38	5,56	15x1	9	0,08	51	13,40	43	93	0	93	93
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 1363 - 93 = 1270 Pa → (3)													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O28													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
5-1	370	32	6,5	15x1	8	0,07	51	10,80	26	78	0	78	78
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							2656 - 78 =	2578	Pa	—————→		(2)	
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O29													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1628	140	10,9	15x1	126	0,3	1373	6,10	275	1648	0	1648	1648
6-2	407	35	2,20	15x1	8	0,07	17	10,80	26	44	0	44	1692
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							2980 - 1692 =	1288	Pa	—————→		(3)	
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O30													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1628	140	10,9	15x1	126	0,3	1373	6,10	275	1648	0	1648	1648
6-3	1221	105	5,00	15x1	73	0,22	365	0,90	22	387	0	387	2035
6-4	407	35	2,20	15x1	8	0,07	17	10,80	26	44	0	44	2079
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							2980 - 2079 =	902	Pa	—————→		(4)	
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O31													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1628	140	10,9	15x1	126	0,3	1373	6,10	275	1648	0	1648	1648
6-3	1221	105	5,00	15x1	73	0,22	365	0,90	22	387	0	387	2035
6-5	814	70	5,00	15x1	30	0,15	151	0,90	10	161	0	161	2195
6-6	407	35	2,20	15x1	8	0,07	17	10,80	26	44	0	44	2239
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							2980 - 2239 =	741	Pa	—————→		(4)	
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O32													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1628	140	10,9	15x1	126	0,3	1373	6,10	275	1648	0	1648	1648
6-3	1221	105	5,00	15x1	73	0,22	365	0,90	22	387	0	387	2035
6-5	814	70	5,00	15x1	30	0,15	151	0,90	10	161	0	161	2195
6-7	407	35	7,20	15x1	8	0,07	57	13,40	33	90	0	90	2285
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							2980 - 2285 =	695	Pa	—————→		(4,5)	
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O33													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1308	112	5,12	15x1	85	0,24	435	3,50	101	536	0	536	536
7-2	700	60	2,86	15x1	20	0,13	58	0,90	8	66	0	66	602
7-3	345	30	3,48	15x1	7	0,06	24	10,80	19	43	0	43	645
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							3558 - 645 =	2913	Pa	—————→		(0,5)	
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O34													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1308	112	5,12	15x1	85	0,24	435	3,50	101	536	0	536	536
7-2	700	60	2,86	15x1	20	0,13	58	0,90	8	66	0	66	602
7-4	355	31	10,82	15x1	8	0,07	85	16,00	39	125	0	125	726
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							3558 - 726 =	2831	Pa	—————→		(1,5)	
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O35													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1308	112	5,12	15x1	85	0,24	435	3,50	101	536	0	536	536
7-5	608	52	13,84	15x1	13	0,11	179	3,50	21	200	0	200	736
7-6	197	17	2,80	15x1	5	0,04	13	10,80	9	21	0	21	757
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							3558 - 757 =	2801	Pa	—————→		(0,25)	

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O35

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*1 + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1308	112	5,12	15x1	85	0,24	435	3,50	101	536	0	536	536
7-5	608	52	13,84	15x1	13	0,11	179	3,50	21	200	0	200	736
7-6	197	17	2,80	15x1	5	0,04	13	10,80	9	21	0	21	757

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3558 - 757 = 2801 Pa —▶ (0,25)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O36

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*1 + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	1308	112	5,12	15x1	85	0,24	435	3,50	101	536	0	536	536
7-5	608	52	13,84	15x1	13	0,11	179	3,50	21	200	0	200	736
7-7	411	35	8,84	15x1	8	0,07	70	16	39	109	0	109	845

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3558 - 845 = 2713 Pa —▶ (2)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O37

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*1 + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4458	383	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-2	1193	103	5,18	18x1	24	0,14	122	3,50	34	156	0	156	542
8-3	636	55	2,16	15x1	16	0,12	35	3,50	25	60	0	60	602
8-4	345	30	3,48	15x1	7	0,06	24	10,80	19	43	0	43	645

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 4858 - 645 = 4213 Pa —▶ (0,25)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O38

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*1 + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4458	383	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-2	1193	103	5,18	18x1	24	0,14	122	3,50	34	156	0	156	542
8-3	636	55	2,16	15x1	16	0,12	35	3,50	25	60	0	60	602
8-5	289	25	11,46	15x1	6	0,05	65	16,00	20	85	0	85	688

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 4858 - 688 = 4170 Pa —▶ (1)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O39

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*1 + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4458	383	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-2	1193	103	5,18	18x1	24	0,14	122	3,50	34	156	0	156	542
8-6	559	48	13,42	15x1	11	0,10	152	3,50	18	169	0	169	711
8-7	212	18	2,80	15x1	5	0,04	13	10,80	9	21	0	21	732

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 4858 - 732 = 4126 Pa —▶ (0,75)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O40

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*1 + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4458	383	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-2	1193	103	5,18	18x1	24	0,14	122	3,50	34	156	0	156	542
8-6	559	48	13,42	15x1	11	0,10	152	3,50	18	169	0	169	711
8-8	347	30	9,32	15x1	7	0,06	63	16,00	29	92	0	92	803

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 4858 - 803 = 4055 Pa —▶ (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O41

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*1 [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*1 + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*1 + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4443	382	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-9	3265	281	6,56	18x1	153	0,39	1004	0,90	68	1072	0	1072	1458
8-10	1256	108	11,14	15x1	79	0,23	879	6,10	161	1040	0	1040	2498
8-11	628	54	2,10	15x1	13	0,11	27	10,80	65	92	0	92	2591

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 4858 - 2591 = 2267 Pa —▶ (4)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O42													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R ^{*l} [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R ^{*l} + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R ^{*l} + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4443	382	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-9	3265	281	6,56	18x1	153	0,39	1004	0,90	68	1072	0	1072	1458
8-10	1256	108	11,14	15x1	79	0,23	879	6,10	161	1040	0	1040	2498
8-12	628	54	12,10	15x1	13	0,11	156	13,40	81	237	0	237	2735
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:									4858 - 2735 =	2122	Pa	→	(4)
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O43													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R ^{*l} [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R ^{*l} + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R ^{*l} + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4443	382	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-9	3265	281	6,56	18x1	153	0,39	1004	0,90	68	1072	0	1072	1458
8-13	2009	173	0,94	18x1	65	0,24	61	0,90	26	87	0	87	1545
8-14	284	24	6,48	15x1	6	0,05	37	10,80	14	50	0	50	1595
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:									4858 - 1595 =	3262	Pa	→	(1)
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O44													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R ^{*l} [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R ^{*l} + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R ^{*l} + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4443	382	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-9	3265	281	6,56	18x1	153	0,39	1004	0,90	68	1072	0	1072	1458
8-13	2009	173	0,94	18x1	65	0,24	61	0,90	26	87	0	87	1545
8-15	1725	148	15,42	18x1	51	0,21	793	7,10	157	949	0	949	2494
8-16	575	49	6,90	15x1	11	0,10	78	13,40	67	145	0	145	2639
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:									4858 - 2639 =	2219	Pa	→	(3)
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O45													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R ^{*l} [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R ^{*l} + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R ^{*l} + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4443	382	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-9	3265	281	6,56	18x1	153	0,39	1004	0,90	68	1072	0	1072	1458
8-13	2009	173	0,94	18x1	65	0,24	61	0,90	26	87	0	87	1545
8-15	1725	148	15,42	18x1	51	0,21	793	7,10	157	949	0	949	2494
8-17	1150	99	5,26	15x1	67	0,21	355	0,90	20	374	0	374	2868
8-18	575	49	2,10	15x1	11	0,10	24	10,80	54	78	0	78	2946
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:									4858 - 2946 =	1912	Pa	→	(3,5)
DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O46													
ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R ^{*l} [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R ^{*l} + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R ^{*l} + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
8-1	4443	382	3,70	22x1	90	0,34	334	0,90	52	386	0	386	386
8-9	3265	281	6,56	18x1	153	0,39	1004	0,90	68	1072	0	1072	1458
8-13	2009	173	0,94	18x1	65	0,24	61	0,90	26	87	0	87	1545
8-15	1725	148	15,42	18x1	51	0,21	793	7,10	157	949	0	949	2494
8-17	1150	99	5,26	15x1	67	0,21	355	0,90	20	374	0	374	2868
8-19	575	49	12,10	15x1	11	0,10	137	13,40	67	204	0	204	3072
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:									4858 - 3072 =	1786	Pa	→	(4)

B.6.4.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V3 je navržen vyvažovací ventil od firmy IMI Hydronic typu STAD – PN 25.

NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU						
Větev	Typ	DN	Ztráta ventilu [Pa]	m [m ³ /h]	k _v	Otáčky
V3	STAD	25	1540	0,867	5,56	2,5

B.6.4.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V3 je navržen trojcestný směšovací ventil od firmy ESBE typu VRG 130.

NÁVRH TROJCESTNÉHO VENTILU						
Větev	trojcestný ventil	K _{vs} [m ³ /h]	M [Kg/h]	Ztráta okruhu [Pa]	Ztráta ventilu [Pa]	Celková ztráta [Pa]
V3	DN 20	2,5	858	25046	12030	37076
						Autorita ventilu
						0,32

B.6.5 DIMENZOVÁNÍ VĚTVE V4

ZÁKLADNÍ OKRUH V4 - DIMENZE K OTOPNÉMU TĚLESU O47 - stupeň nastavení TRV (8)

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1	575	49	7,14	15x1	11	0,10	81	13,4	67	148	420	568	568
2	1150	99	5,12	15x1	67	0,21	345	0,9	20	365	0	365	933
3	1725	148	17,76	15x1	133	0,31	2362	7,1	341	2703	0	2703	3636
4	2737	235	0,38	18x1	114	0,33	43	0,9	49	92	0	92	3728
5	3107	267	4,64	18x1	139	0,37	645	0,9	62	707	0	707	4435
6	4257	366	11,62	22x1	86	0,33	994	0,9	49	1043	0	1043	5477
7	5407	465	5,04	28x1,5	45	0,27	227	9,7	354	581	0	581	6058
8	10381	893	71,72	35x1,5	42	0,31	3027	7,1	341	3368	14300	17668	23726
Vložen vyvažovací ventil STAD 25 DN 32 - nastavení ventilu 2,50 - Δp _{rv} = 1280 Pa													
Trojcestný směšovací ventil DN 20 - K _{vs} = 2,5 - Δp _{rv} = 13 020 Pa													

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O48

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
1-1	575	49	2,10	15x1	11	0,10	24	10,8	54	78	0	78	78

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 568 - 78 = 490 Pa → (8)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O49

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
2-1	575	49	2,10	15x1	11	0,1	24	10,80	54	78	0	78	78

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 933 - 78 = 855 Pa → (6)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O50

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3-1	1012	87	4,52	15x1	50	0,18	225	0,90	15	240	0	240	240
3-2	581	50	15,86	15x1	13	0,11	205	16,00	97	301	0	301	541

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3636 - 541 = 3095 Pa → (2,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O51

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
3-1	1012	87	4,52	15x1	50	0,18	225	0,90	15	240	0	240	240
3-3	431	37	7,50	15x1	9	0,08	68	16,00	51	119	0	119	359

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3636 - 359 = 3369 Pa → (0,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O52

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
4-1	370	32	14,86	15x1	8	0,07	117	10,80	26	144	0	144	144

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 3728 - 144 = 3584 Pa → (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O53

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
5-1	1150	99	12,76	15x1	67	0,21	860	0,90	20	880	0	880	880
5-2	575	49	2,10	15x1	11	0,1	24	10,80	54	78	0	78	958

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 4435 - 958 = 3477 Pa → (2,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O54

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{TV} [Pa]	R*I + Z + Δp _{TV} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
5-1	1150	99	12,76	15x1	67	0,21	860	0,90	20	880	0	880	880
5-3	575	49	11,46	15x1	11	0,1	129	13,40	67	196	0	196	1076

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 4435 - 1076 = 3358 Pa → (4)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O55

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1150	99	17,5	15x1	67	0,21	1180	6,10	135	1314	0	1314	1314
6-2	575	49	2,10	15x1	11	0,1	24	10,80	54	78	0	78	1392
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							5477 - 1392 =		4086	Pa	→		(0,75)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O56

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
6-1	1150	99	17,5	15x1	67	0,21	1180	6,10	135	1314	0	1314	1314
6-3	575	49	7,24	15x1	11	0,10	82	0,90	5	86	0	86	1400
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							5477 - 1400 =		4077	Pa	→		(0,75)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O57

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-3	3292	283	8,52	22x1	52	0,25	446	0,90	28	475	0	475	2938
7-4	2848	245	0,92	18x1	120	0,34	110	0,90	52	162	0	162	3100
7-5	1569	135	17,36	18x1	43	0,19	750	3,50	63	813	0	813	3913
7-6	1046	90	5,00	15x1	57	0,19	283	0,90	16	299	0	299	4212
7-7	523	45	7,10	15x1	11	0,10	80	13,40	67	147	0	147	4360
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							6058 - 4360 =		1698	Pa	→		(3,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O58

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-3	3292	283	8,52	22x1	52	0,25	446	0,90	28	475	0	475	2938
7-4	2848	245	0,92	18x1	120	0,34	110	0,90	52	162	0	162	3100
7-5	1569	135	17,36	18x1	43	0,19	750	3,50	63	813	0	813	3913
7-6	1046	90	5,00	15x1	57	0,19	283	0,90	16	299	0	299	4212
7-8	523	45	2,10	15x1	11	0,10	23	10,80	54	77	0	77	4290
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							6058 - 4290 =		1769	Pa	→		(3,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O59

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-3	3292	283	8,52	22x1	52	0,25	446	0,90	28	475	0	475	2938
7-4	2848	245	0,92	18x1	120	0,34	110	0,90	52	162	0	162	3100
7-5	1569	135	17,36	18x1	43	0,19	750	3,50	63	813	0	813	3913
7-9	523	45	2,10	15x1	11	0,10	23	10,80	54	77	0	77	3990
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							6058 - 3990 =		2068	Pa	→		(3)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O60

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-3	3292	283	8,52	22x1	52	0,25	446	0,90	28	475	0	475	2938
7-4	2848	245	0,92	18x1	120	0,34	110	0,90	52	162	0	162	3100
7-10	1279	110	4,48	15x1	79	0,23	353	0,90	24	377	0	377	3477
7-11	756	65	3,92	15x1	25	0,14	98	0,90	9	106	0	106	3584
7-12	411	35	11,40	15x1	8	0,07	90	16,00	39	129	0	129	3713
STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU:							6058 - 3713 =		2345	Pa	→		(2)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O61

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-3	3292	283	8,52	22x1	52	0,25	446	0,90	28	475	0	475	2938
7-4	2848	245	0,92	18x1	120	0,34	110	0,90	52	162	0	162	3100
7-10	1279	110	4,48	15x1	79	0,23	353	0,90	24	377	0	377	3477
7-11	756	65	3,92	15x1	25	0,14	98	0,90	9	106	0	106	3584
7-13	345	30	4,46	15x1	7	0,06	30	13,40	24	54	0	54	3638

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 6058 - 3638 = 2420 Pa —————▶ (0,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O62

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-3	3292	283	8,52	22x1	52	0,25	446	0,90	28	475	0	475	2938
7-4	2848	245	0,92	18x1	120	0,34	110	0,90	52	162	0	162	3100
7-10	1279	110	4,48	15x1	79	0,23	353	0,90	24	377	0	377	3477
7-14	523	45	5,66	15x1	11	0,1	64	13,40	67	131	0	131	3608

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 6058 - 3638 = 2450 Pa —————▶ (3)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O63

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-3	3292	283	8,52	22x1	52	0,25	446	0,90	28	475	0	475	2938
7-15	444	38	14,86	15x1	9	0,08	135	10,80	35	170	0	170	3107

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 6058 - 3107 = 2951 Pa —————▶ (2)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O64

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-16	740	64	13,20	15x1	25	0,14	329	3,50	34	363	0	363	2826
7-17	370	32	2,24	15x1	8	0,07	18	10,80	26	44	0	44	2870

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 6058 - 2870 = 3188 Pa —————▶ (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O65

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-2	4032	347	7,70	22x1	77	0,31	589	0,90	43	632	0	632	2463
7-16	740	64	13,20	15x1	25	0,14	329	3,50	34	363	0	363	2826
7-18	370	32	7,24	15x1	8	0,07	57	13,40	33	90	0	90	2916

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 6058 - 2916 = 3142 Pa —————▶ (1,5)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O66

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-19	942	81	17,36	15x1	43	0,17	738	6,10	88	826	0	826	2657
7-20	471	40	2,24	15x1	9	0,08	20	10,80	35	55	0	55	2712

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 6058 - 3346 = 3346 Pa —————▶ (2)

DIMENZE ÚSEKU K OTOPNÉMU TĚLESU O67

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
7-1	4974	428	12,64	22x1	110	0,38	1390	6,10	440	1831	0	1831	1831
7-19	942	81	17,36	15x1	43	0,17	738	6,10	88	826	0	826	2657
7-21	471	40	7,40	15x1	9	0,08	67	13,40	43	110	0	110	2767

STUPEŇ NASTAVENÍ TERMOSTATICKÉHO VENTILU: 6058 - 2767 = 3291 Pa —————▶ (2)

B.6.5.1 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V4 je navržen vyvažovací ventil od firmy IMI Hydronic typu STAD – PN 25.

NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU						
Větev	Typ	DN	Ztráta ventilu [Pa]	m [m ³ /h]	k _v	Otáčky
V4	STAD	32	1280	0,902	7,96	2,5

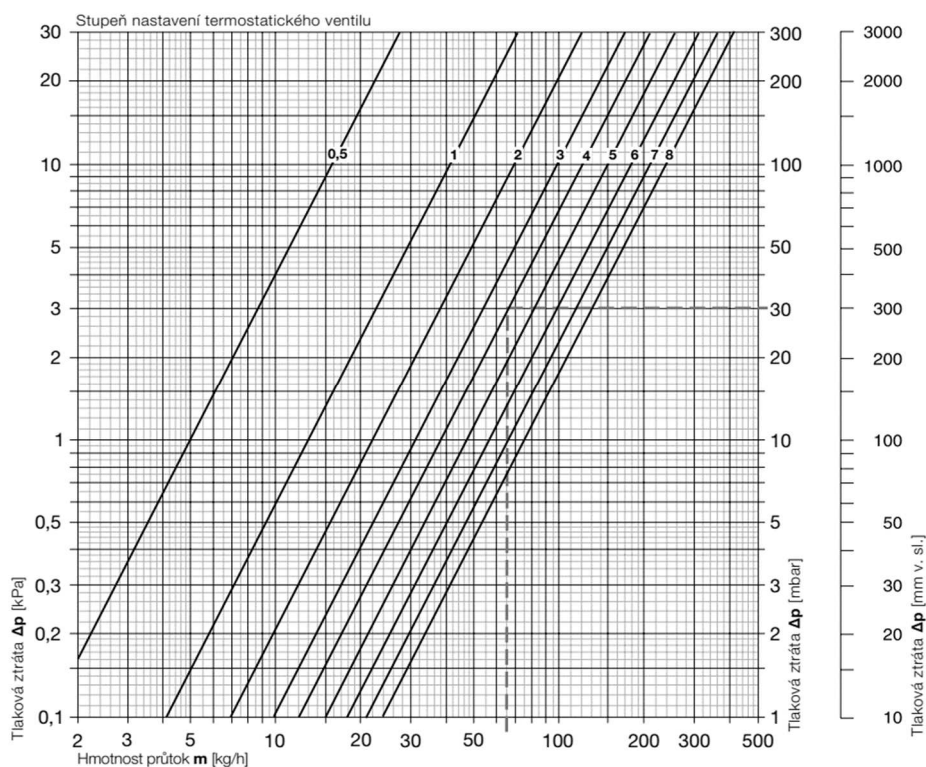
B.6.5.2 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU

Pro základní okruh V2 je navržen trojcestný směšovací ventil od firmy ESBE typu VRG 130.

NÁVRH TROJCESTNÉHO VENTILU							
Větev	trojcestný ventil	K _{vs} [m ³ /h]	M [Kg/h]	okruhu [Pa]	Ztráta ventilu [Pa]	Celková ztráta [Pa]	Autorita ventilu
V4	DN 20	2,5	893	23726	13020	36746	0,35

B.6.6 REGULACE DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES

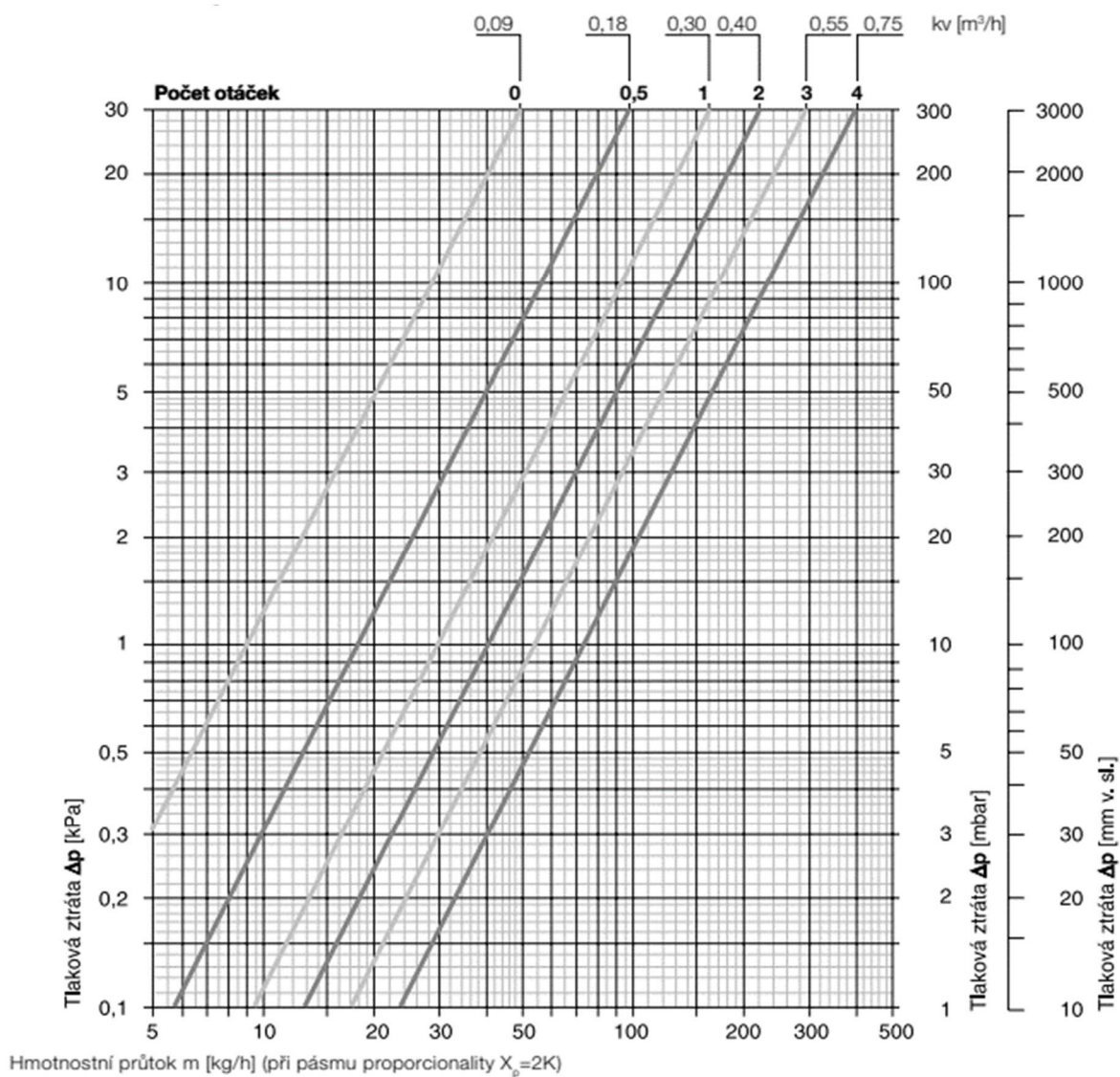
Navržená desková otopná tělesa CLEAN VKM8 typu ventil kompaktní s integrovaným 8stupňovým nastavením termostatického ventilu se spodním středním připojením. Nastavení termostatického ventilu a tlaková ztráta je zjištěna z průtokového diagramu dle výrobce Korado.



Obrázek 21 – Průtokový diagram výrobce KORADO k deskovým otopným tělesům [31]

B.6.7 REGULACE TRUBKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES

Navržená trubková otopná tělesa KORALUX RONDO CLASSIC – M s integrovaným 4stupňovým nastavením termostatického ventilu se spodním středním připojením. Nastavení termostatického ventilu a tlaková ztráta je zjištěna z průtokového diagramu dle výrobce Korado.



Obrázek 22 – průtokový diagram výrobce KORADO k trubkovým otopným tělesům [32]

B.7 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Stanovení dle ČSN 06 0320

Příprava teplé vody bude navržena jako přednostní smíšená.

B.7.1 STANOVENÍ POTŘEBY TV

POČET OSOB PRO OBJEKT n

<i>osoba</i>	<i>děti</i>	<i>ředitel</i>	<i>učitelé</i>	<i>údržbář</i>	<i>uklízečky</i>
<i>počet</i>	139	1	12	1	5

Celkový počet: 158 osob

OBJEM DÁVKY TEPLÉ VODY V DANÉ PERIODĚ V_d [m³]

Umyvadlo	$V_d = 0,002 \text{ m}^3/\text{osoba}$
Sprcha	$V_d = 0,0025 \text{ m}^3/\text{osoba}$
Úklid	$V_d = 0,020 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$

DENNÍ POTŘEBA TEPLÉ VODY PRO MYTÍ OSOB V_o [m³]

$$V_o = n_i \cdot \sum V_d = 158 \cdot 0,002 \text{ (mytí rukou)} + 19 \cdot 0,0025 \text{ (použití sprchy)} = 0,364 \text{ m}^3$$

DENNÍ POTŘEBA TEPLÉ VODY PRO MYTÍ PODLAH A ÚKLID V_u [m³]

Uvažovaná plocha pro úklid $n_u = 1420 \text{ m}^2$

$$\longrightarrow 1420/100 = 14,2$$

$$V_u = n_u \cdot V_d = 14,2 \cdot 0,020 = 0,284 \text{ m}^3$$

CELKOVÁ POTŘEBA TEPLÉ VODY V_{2p} [m³/den]

$$V_{2p} = V_o + V_u = 0,284 + 0,364 = 0,648 \text{ m}^3 = \mathbf{648 \text{ l/den}}$$

B.7.2 STANOVENÍ POTŘEBY TEPLA PRO SMÍŠENÝ OHŘEV

TEPLO ODEBRANÉ Z OHŘÍVAČE Q_{2t} [kWh]

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 0,648 \cdot (55 - 10) = 33,91 \text{ kWh}$$

TEPLO ZTRACENÉ CÍRKULACÍ Q_{2z} [kWh]

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 33,91 \cdot 0,3 = 10,17 \text{ kWh}$$

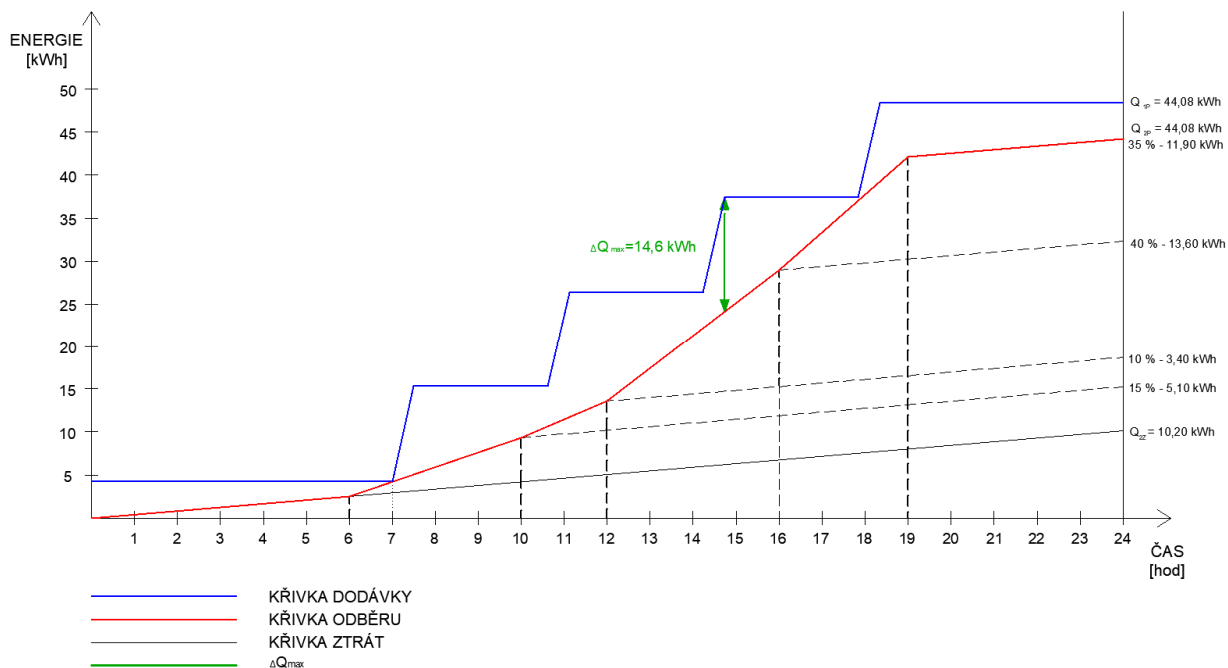
TEPLO DODANÉ DO OHŘÍVAČE TV Q_{2p} [kWh]

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 33,91 + 10,17 = \mathbf{44,08 \text{ kWh}}$$

$$Q_{1p} = Q_{2p} = 44,08 \text{ kWh}$$

B.7.3 STANOVENÍ KŘIVKY ODBĚRU TEPLA

ROZLOŽENÍ POTŘEBY TEPLÉ VODY V PRŮBĚHU DNE				
ČASOVÝ ODHAD [h]	SPOTŘEBA VODY [%]	TEPLO ODEBÍRANÉ [kWh]	TEPLO ZTRACENÉ [kWh]	TEPLO CELKOVÉ [kWh]
6:00-10:00	15	5,1	1,5	6,6
10:00-12:00	10	3,4	1,0	4,4
12:00-16:00	40	13,6	4,1	17,6
16:00-19:00	35	11,9	3,6	15,4



B.7.4 NÁVRH OBJEMU AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

OBJEM AKUMULAČNÍ NÁDRŽE V_Z [m³]

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{14,6}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,279 \text{ m}^3$$

Navrhují akumulční nádrž Dražice UVK 300 o objemu 316 l.

MODEL		UKV 300	UKV 500
OBJEM NÁDRŽE	l	316	470
VNĚJŠÍ PRŮMĚR NÁDRŽE S IZOLACÍ	mm	650	700
VÝŠKA NÁDRŽE BEZ IZOLACE	mm	1580	1937
MAX. TLAK NÁDRŽE	bar	6	6
MIN. TEPLOTA TOPNÉ VODY V NÁDRŽI	°C	5	5
MAX. TEPLOTA TOPNÉ VODY V NÁDRŽI	°C	80	80
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI		C	C
STATICÁ ZTRÁTA	W	79	96



Obrázek 23 – Akumulační nádrž Dražice - technický list výrobce [33]

STANOVENÍ TEPELNÉHO VÝKONU PRO OHŘEV TEPLÉ VODY Q_{In} [kWh]

Doba ohřevu teplé vody je navržena po 30 minutách 4x za den.

$$\Phi_{1n} = \left(\frac{Q_{1P}}{t} \right)_{max} = \left(\frac{44,08}{2} \right)_{max} = 22,04 \text{ kW}$$

Tepelné čerpadlo zajistí ohřev teplé vody do teploty 49°C. Pro požadovanou teplotu vodu 55°C navrhuji přidat do akumulární nádrže elektrické topné těleso.

POTŘEBNÁ VÝHŘEVNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU A [m²]

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(50 - 49) - (40 - 10)}{\ln \frac{(50 - 49)}{(40 - 10)}} = 8,53 \text{ K}$$

$$A = \frac{\Phi_{1n}}{U \cdot \Delta t} = \frac{22040}{420 \cdot 8,53} = 6,15 \text{ m}^2$$

Dle výrobce: A = 6,2 m²

POTŘEBNÝ VÝKON Q_{TV} [kW]

$$Q_{TV} = \frac{A \cdot U \cdot \Delta t}{1000} = \frac{6,2 \cdot 420 \cdot 8,53}{1000} = 22,21 \text{ kW}$$

CELKOVÁ DOBA OHŘEVU

$$\tau_{celkem} = \frac{Q_{2P}}{Q_{TV}} = \frac{44,08}{22,21} = 1,98 \text{ h}$$

DOBA OHŘEVU PRO PŘEKLENUTÍ

$$\tau_{ohřev} = \frac{\tau_{celkem}}{ohřevy} = \frac{1,98}{4} = 0,50 \text{ h} = 30 \text{ minut}$$

Navržen negativní zásobník teplé vody IVT FW 302 o objemu 300 l s plochou výměníku 6,2 m².

NEGATIVNÍ ZÁSObNÍKY TEPLÉ VODY IVT		FW 302	FW 502/3	FW 504/3	FW 752/3	FW 754/3	FW 756/3
Objem	l	300	500	500	750	750	750
Šířka/hloubka	mm	600	700	700	Ø 980	Ø 980	Ø 980
Výška	mm	1610	1680	1680	1830	1830	1830
Připojení topné vody		5/4" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní
Jímka čidla/připojení teploměru		3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní
Vypouštění		3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní	3/4" vnitřní
Maximální povolený tlak	bar	3	3	3	3	3	3
Připojení užitkové vody		Cu 22	Cu 22	Cu 22	Cu 22	Cu 22	Cu 22
Připojení elektropatrony		—	2" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní	2" vnitřní
Počet vložek výměníků		1	1	2	1	2	3
Plocha vložek výměníků	m ²	6,2	6,2	12,4	6,2	12,4	18,6
Tlaková ztráta Cu vložek	kPa	111*	111*	111**	111*	111**	111***
Hmotnost bez vody	kg	90	155	170	175	190	190

Obrázek 24 – Negativní zásobník IVT FW – technický list výrobce [34]

AKUMULACE TEPLA V ZÁSObNÍKU TV Q_{NZ} [kW]

$$Q_{NZ} = 1,163 \cdot V_{NZ} \cdot \Delta t = 1,163 \cdot 0,300 \cdot 8,53 = 2,98 \text{ kW}$$

Doba vybití zásobníku TV

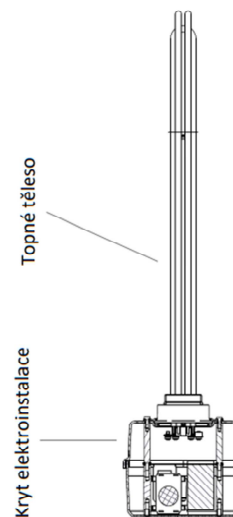
$$\tau_{vybití} = \frac{Q_{NZ}}{Q_{TV}} = \frac{2,98}{22,21} = 0,134 \text{ hod} = 8 \text{ minut}$$

NÁVRH VÝKONU ELEKTRICKÉHO TOPNÉHO TĚLESA

$$Q_{el} = 1,163 \cdot V_z \cdot (T_1 - t_2) = 1,163 \cdot 0,316 \cdot (55 - 49) = 2,2 \text{ kW}$$

Pro dohřev teplé vody na požadovanou teplotu 55°C navrhují elektrickou topnou jednotku TJ 6/4" - 2,5 s výkonem 2,5 kW.

TYP	VÝKON	ZAPOJENÍ	DOBA OHŘEVU Z 10 °C NA 60 °C (cca 150 l)	DOPORUČENÁ HODNOTA JISTIČE	ELEKTR. KRYTÍ	ROZSAH NASTAVENÉ TEPLOTY	ZÁSTAVBOVÁ DĚLKA TĚLESA (L)	ZÁSTAVBOVÁ DĚLKA TĚLESA (L1)	HMOTNOST
	kW		hod	A		°C	mm	mm	kg
TJ 6/4" - 2	2	1 PE-N AC 230 V/50Hz	4,5	16	IP 44	5 - 74	-	380	1,2
TJ 6/4" - 2,5	2,5	1 PE-N AC 230 V/50Hz	4	16	IP 44	5 - 74	-	405	1,3
TJ 6/4" - 3,3	3,3	3 PE-N AC 400 V/50Hz	2,7	3x 10	IP 44	5 - 74	325	-	1,7
TJ 6/4" - 3,75	3,75	3 PE-N AC 400 V/50Hz	2,3	3x 10	IP 44	5 - 74	-	450	2
TJ 6/4" - 4,5	4,5	3 PE-N AC 400 V/50Hz	2	3x 10	IP 44	5 - 74	-	500	2
TJ 6/4" - 6	6	3 PE-N AC 400 V/50Hz	1,5	3x 16	IP 44	5 - 74	-	520	2
TJ 6/4" - 7,5	7,5	3 PE-N AC 400 V/50Hz	1,3	3x 16	IP 44	5 - 74	575	685	2 / 2,3
TJ 6/4" - 9	9	3 PE-N AC 400 V/50Hz	1	3x 20	IP 44	5 - 74	605	690	2 / 2,3
TJ 6/4" S - 2,5	2,5	1 PE-N AC 230 V/50Hz	4	16	IP 44	5 - 74	-	405	1,3
TJ 6/4" S - 6	6	3 PE-N AC 400 V/50Hz	1,5	3x 16	IP 44	5 - 74	-	520	2



Obrázek 25 – elektrická topná jednotka – Dražice [35]

B.8 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Jako zdroj tepla navrhují 2 tepelná čerpadla v kaskádovém zapojení. SOLID M SPLIT typ vzduch-voda. Venkovní jednotka bude umístěna v exteriéru vedle kotelny. Provoz tepelného čerpadla je paralelně bivalentní.

Výpočet tepelného čerpadla dle ČSN EN 15450.

Vstupní veličiny:

Potřeba tepla pro vytápění	30,26 kW
Potřeba tepla pro ohřev TV	22,04 kW
Potřeba tepla pro VZT jednotku	36,04 kW

B.8.1 POTŘEBNÝ VÝKON ZDROJE TEPLA

$$Q_{\text{ZDROJ}} = Q_{\text{VYT}} \cdot 0,9 + Q_{\text{VZT}} = 30,26 \cdot 0,9 + 36,04 = 63,27 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{VYT}} = 22,04 \text{ kW}$$

Návrh: kaskáda dvou tepelných čerpadel HELIOTHERM SOLID M – S30L-M SPLIT.

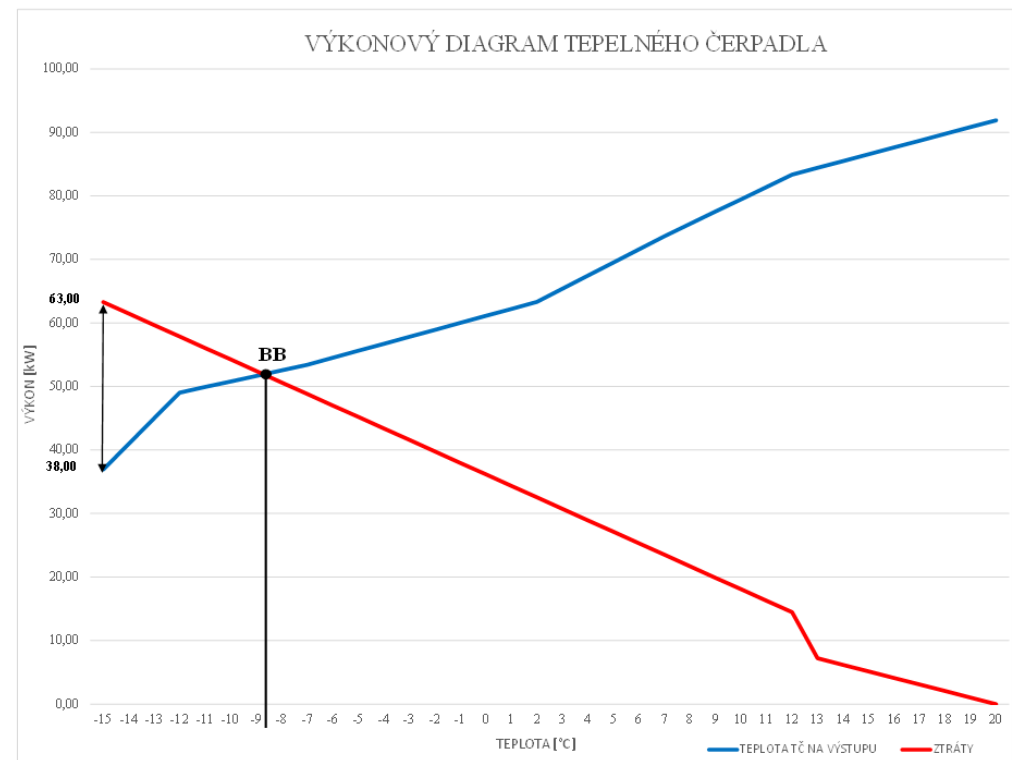


Obrázek 26 – tepelné čerpadlo HELIOTHERM SOLID M [36]

	S30L-M	S40L-M	S55L-M
Energetická třída	A+++	A+++	A+++
Topný výkon nominální A2/W35	38,6 kW	44,8 kW	58,0 kW
Topný výkon A-10/W35 100 %	27,7 kW	38,56 kW	45,24 kW
Chladicí výkon A35/W18 100 %	27,97 kW	45,96 kW	55,94 kW
SCOP podl. topení / radiátory (průměrné klima)	5,15 / 3,45	5,01 / 3,45	5,15 / 3,45
Maximální teplota topné vody při A0°C	62°C		
Provozní rozsah venkovních teplot	-25°C až +45°C		
Venkovní jednotka	HPS 240		HPS 300
Hladina akustického výkonu (7/35°C EN 12 102)	54 dB(A)		58 dB(A)
Rozměry (výška / šířka / hloubka)	1.998 x 1.137 x 1.506 (mm)		2.953 x 1.135 x 1.506 (mm)
Hmotnost venkovní jednotky	281 kg		455 kg

Obrázek 27 – technická data k tepelnému čerpadlu HELIOTHERM SOLID M [36]

B.8.2 VÝKONOVÝ DIAGRAM TEPELNÉHO ČERPADLA



B.8.2 NÁVRH BIVALETNÍHO ZDROJE

Bod bivalence BB je na teplotě $-8,5^{\circ}\text{C}$.

Potřebný výkon pro bivalentní zdroj je 26,3 kW.

BIVALETNÍ ZDROJ

Jako záložní zdroj pro tepelné čerpadlo jsem navrhla 2x elektrokotel PROTHERM RAY 20 KE v kaskádovém zapojení. Jmenovitý tepelný výkon jednoho zdroje je 20 kW.

B.8.3 NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

Venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$]	Maximální topný výkon [kW]
20	45,95
12	41,67
7	36,83
2	31,66
-7	26,71
-12	24,52
-15	18,47

Tabulka 2 – topný výkon TČ vůči venkovní teplotě [36]

PŘI VENKOVNÍ TEPLOTĚ -15 °C

ENERGIE ULOŽENÁ DO AKUMULAČNÍ NÁDRŽE E_{AN} [kWh]

$$E_{AN} = c \cdot V_{AN} \cdot \Delta t = 1,163 \cdot 2,959 \cdot 5 = 17,21 \text{ kWh}$$

DOBA VYBITÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽE PŘI VENKOVNÍ TEPLOTĚ -15°C SE ZAPNUTÝM BIVALENTNÍM ZDROJEM

$$\tau_{vybití} = \frac{E_{AN}}{Q_{vyt} - Q_{BZ}} = \frac{17,21}{63,27 - (20 + 20)} = 0,74 \text{ hod} = 44 \text{ minut}$$

ODEBRANÁ ENERGIE Z AKUMULAČNÍ NÁDRŽE V DOBĚ OHŘEVU VODY

$$E_{AN,-15} = (Q_{vyt} - Q_{BZ}) \cdot \tau_{ohřev} = (63,27 - 40) \cdot 0,5 = 11,64 \text{ kWh}$$

DOBA NABITÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽE PŘI VENKOVNÍ TEPLOTĚ -15°C SE ZAPNUTÝM BIVALENTNÍM ZDROJEM

$$\tau_{nabití} = \frac{E_{AN,-15}}{(Q_{TC} + Q_{BZ}) - Q_{vyt}} = \frac{11,64}{(36,94 + 40) - 63,27} = 0,85 \text{ hod} = 51 \text{ minut}$$

ZÁVĚR:

Při nejvíce nepříznivých venkovních podmínkách (-15 °C) je uveden do chodu bivalentní zdroj – 2x elektro kotel. S bivalentním zdrojem dojde k vybití nádrže za 44 minut, což je dostačující pro překlenutí doby ohřevu vody 30 minut. Doba nabíjení zásobníku je 51 minut. Ohřev vody probíhá jednou za 3,5 hodiny. Z toho tedy vyplývá, že při venkovní teplotě -15°C dojde k plnému nabití akumulční nádrže.

PŘI VENKOVNÍ TEPLOTĚ, KDY NENÍ NUTNO ZAPOJIT BIVALENTNÍ ZDROJ: +1°C

ENERGIE ULOŽENÁ DO AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

$$E_{AN} = c \cdot V_{AN} \cdot \Delta t = 1,163 \cdot 2,959 \cdot 5 = 17,21 \text{ kWh}$$

DOBA VYBITÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽE PŘI VENKOVNÍ TEPLOTĚ +1 °C

$$\tau_{vybití} = \frac{E_{AN}}{Q_{vyt,+1}} = \frac{17,21}{34,35} = 0,5 \text{ hod} = 30 \text{ minut}$$

ODEBRANÁ ENERGIE Z AKUMULAČNÍ NÁDRŽE V DOBĚ OHŘEVU VODY

$$E_{AN,+1} = Q_{vyt,+1} \cdot \tau_{ohřev} = 34,35 \cdot 0,5 = 17,18 \text{ kWh}$$

DOBA NABITÍ AKUMULAČNÍ NÁDRŽE PŘI VENKOVNÍ TEPLOTĚ +1 °C

$$\tau_{nabití} = \frac{E_{AN,+1}}{Q_{TC,+1} - Q_{vyt,+1}} = \frac{17,18}{60,02 - 34,35} = 0,67 \text{ hod} = 40 \text{ minut}$$

ZÁVĚR:

Bivalentní zdroj není nutno uvádět do provozu při venkovní teplotě +1°C. Doba vybití akumulční nádrže je 30 minut. Doba nabití akumulční nádrže je 51 minut a dojde k plnému nabití.

Jako akumulční nádrž navrhují typ **LAMB PSM 3000** o objemu 2959 l.

Technické údaje: Izolace je součástí nádrže, tl 100 mm z měkčené polyuretanové pěny

Obal z PVC opatřen rychlouzávěrem

$V = 2959 \text{ l}$

$\varnothing = 1250 \text{ mm}$ (bez izolace)

$\varnothing = 1450 \text{ mm}$ (s izolací)

$h = 2635 \text{ mm}$ (bez izolace)

$h = 2700 \text{ mm}$ (s izolací)

B.9 NÁVRH TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

B.9.1 NÁVRH ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE

Hmotnostní průtok p_{ob} jednotlivé větve:

Větev V1 – OT	243 kg/h
Větev V2 – OT	585 kg/h
Větev V3 – OT	858 kg/h
Větev V4 – OT	893 kg/h
Větev V5 – VZT	3098 kg/h
CELKEM	5677 kg/h

Objemový průtok: 5,68 m³/h

Navrhuji kombinovaný rozdělovač/sběrač ETL RS Kombi modul 120

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					

Obrázek 28 – technický list rozdělovače/sběrače od výrobce [37]

B.9.2 DIMENZOVÁNÍ KOTELNY

OD ROZDĚLOVAČE/SBĚRAČE K AKUMULAČNÍ NÁDRŽI

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
R/S-AN	66294	5700	4,86	54x2	137	0,81	666	12,8	4199	4865	0	4865	4865

OD ROZDĚLOVAČE/SBĚRAČE KE VZDUCHOTECHNICE

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
R/S-VZT	36037	3099	24,70	42x1,5	154	0,73	3804	21,0	5595	9399	10460	19859	19859
Vložen vyvažovací ventil STAD 25 DN 40 - nastavení ventilu 2,50 - Δp _{rv} = 10 460 Pa													

Z AKUMULAČNÍ NÁDRŽE K TEPELNÉMU ČERPADLU

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R*I [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R*I + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
-	38600	2213	8,18	42x1,5	83	0,52	675	12,3	1663	2338	28310	30648	30648
-	77200	4425	2,41	54x2	86	0,63	207	2,6	516	723	0	723	31371
-	117200	6718	8,30	57x2	142	0,86	1179	6,2	2293	3471	0	3471	34843
Tepelné čerpadlo Δp _{rv} = 28000 Pa													
Trojcestný směšovací ventil DN 50 - K _{vs} = 40 - Δp _{rv} = 310 Pa													

Z TEPELNÉHO ČERPADLA K OHŘÍVAČI

ČÍSLO ÚSEKU	Q [W]	M [Kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R* _l [Pa]	ζ [-]	Z [Pa]	R* _l + Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R* _l + Z + Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
-	22040	3158	5,40	42x1,5	155	0,74	837	16,3	4463	5300	28640	33940	33940
Tepelné čerpadlo Δp _{rv} = 28000 Pa													
Trojcestný směšovací ventil DN 50 - K _{vs} = 40 - Δp _{rv} = 640 Pa													

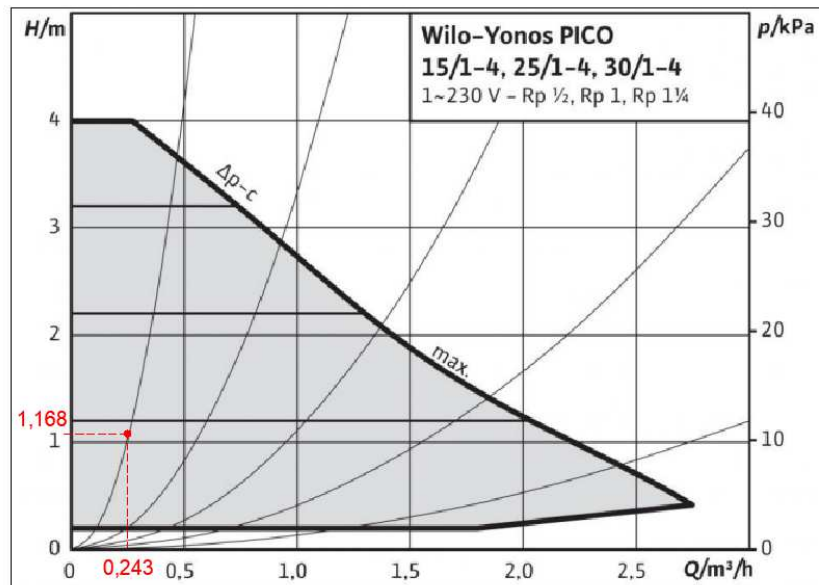
B.9.3 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL

B.9.3.1 VĚTEV V1

Hmotnostní průtok 243 l/h

Tlaková ztráta 7,3 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo WILLO YONOS PICO-Z 15/1-4



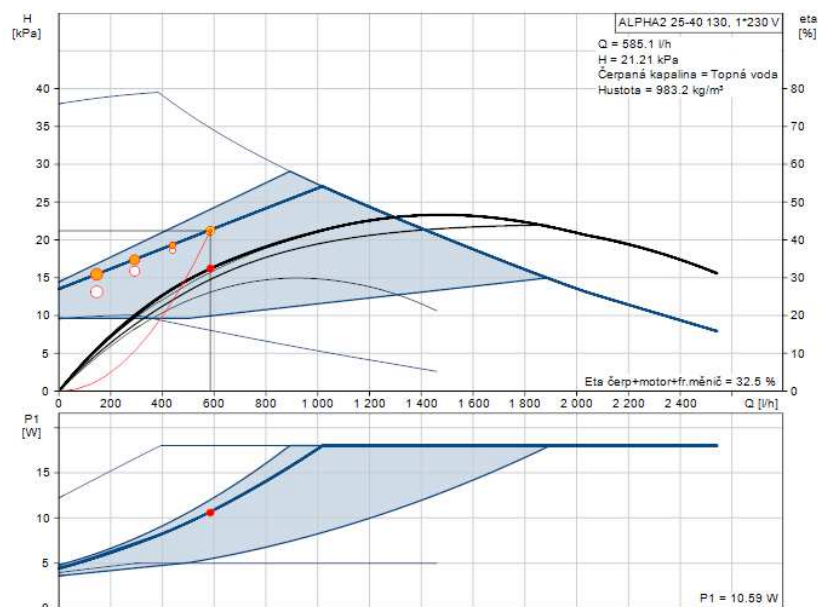
Obrázek 29 – oběhové čerpadlo WILLO YONOS PICO-Z 15/1-4 [38]

B.9.3.2 VĚTĚV V2

Hmotnostní průtok 585 kg/h

Tlaková ztráta 13,35 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130.



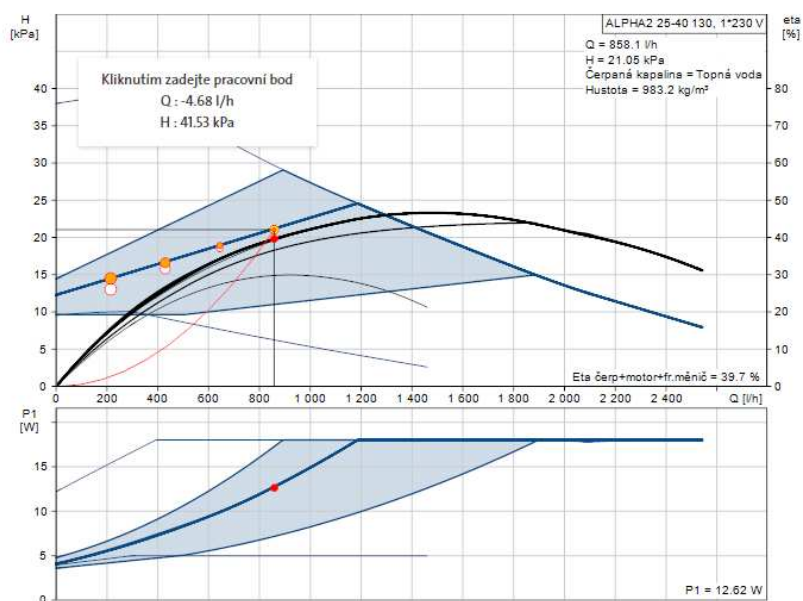
Obrázek 30 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130 [38]

B.9.3.3 VĚTĚV V3

Hmotnostní průtok 858 l/h

Tlaková ztráta 16,66 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130.



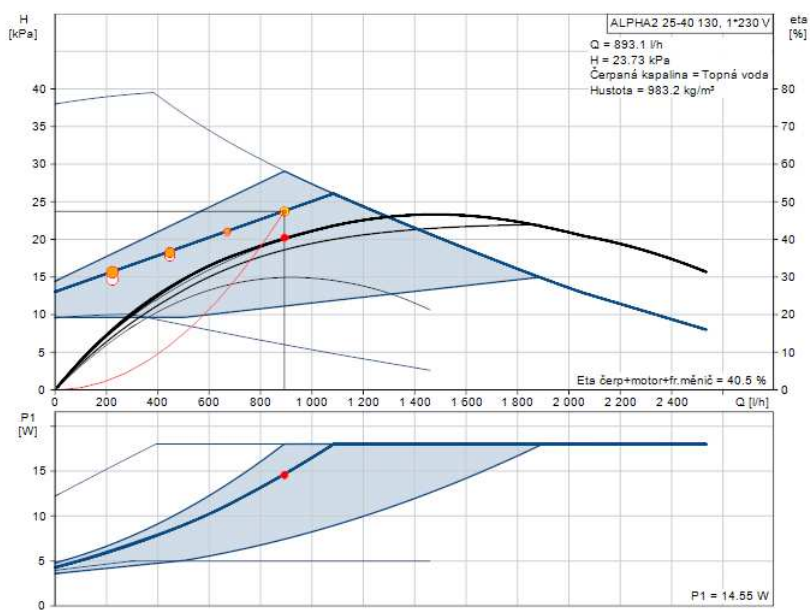
Obrázek 31 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130 [38]

B.9.3.4 VĚTEV V4

Hmotnostní průtok 893 l/h

Tlaková ztráta 12,24 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130.



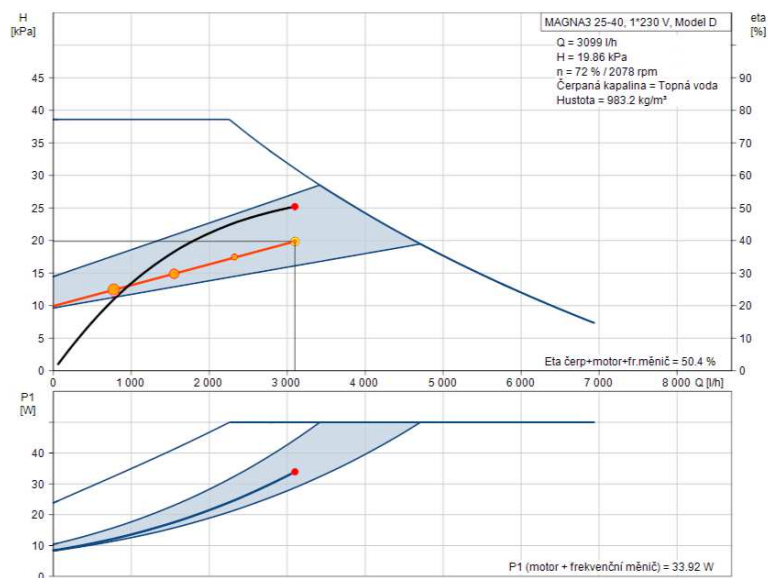
Obrázek 32 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130 [38]

B.9.3.5 VĚTEV VZT

Hmotnostní průtok 3098 l/h

Tlaková ztráta 19,86 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-40



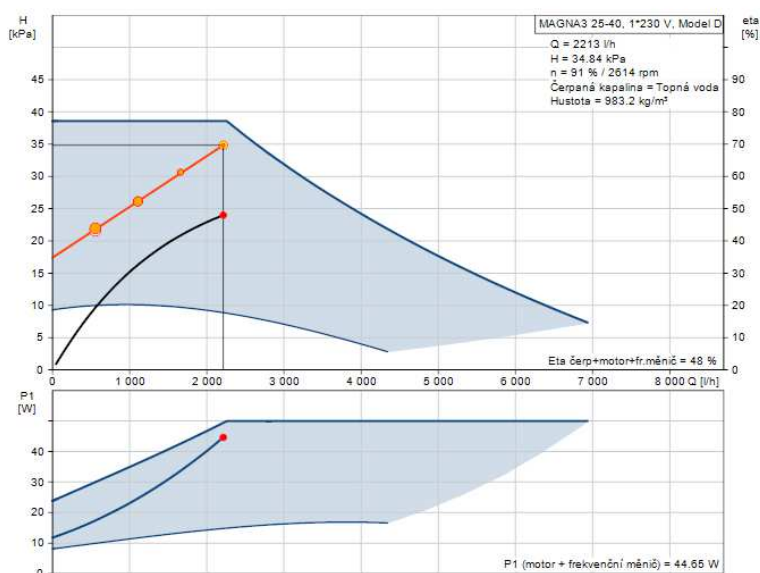
Obrázek 33 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-40 [38]

B.9.3.6 Z TEPELNÉHO ČERPADLA 2 DO AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

Hmotnostní průtok 2213 l/h

Tlaková ztráta 34,84 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-40.



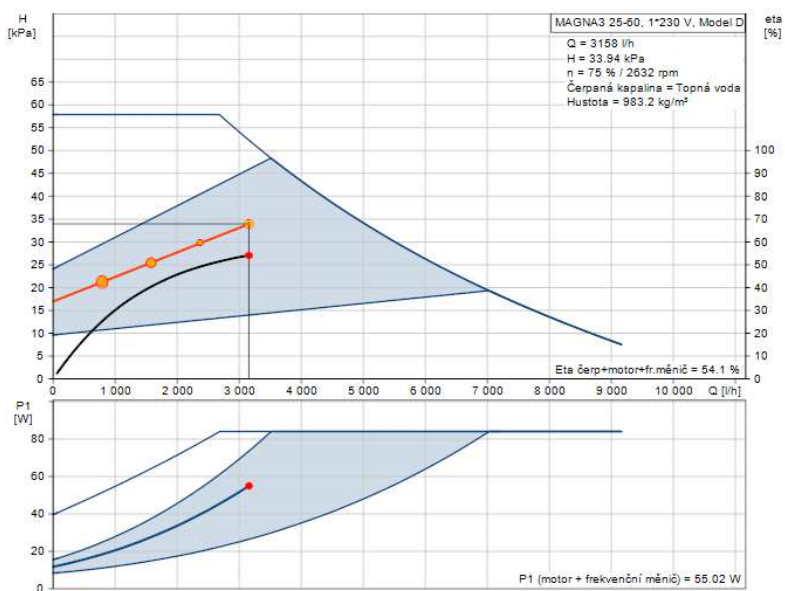
Obrázek 34 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-40 [38]

B.9.3.7 Z TEPELNÉHO ČERPADLA 1 K AKUMULAČNÍ NÁDRŽI A NEGATIVNÍMU ZÁSOBNÍKU

Hmotnostní průtok 3158 l/h

Talková ztráta 33,94 kPa

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-60.



Obrázek 35 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-60 [38]

B.10 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

B.10.1 NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY

-dle ČSN 06 0830

B.10.1.1 POSTUP VÝPOČTU

EXPANZNÍ OBJEM

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

Kde V_e expanzní objem [m³]
 V_o objem vody v soustavě [m³]
 n koeficient tepelné roztažnosti

NEJNIŽŠÍ DOVOLENÝ PROVOZNÍ PŘETLAK

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

Kde p_{ddov} nejnížší dovolený přetlak [kPa]
 h výška mezi neutrálním bodem a nejvyšším místem soustavy [m]
 ρ hustota vody [kg/m³]
 q tíhové zrychlení [m/s²]
 Δp_z tlaková ztráta soustavy mezi neut. bodem a nejvyšším bodem ve směru proudění [kPa]

NEVYŠŠÍ DOVOLENÝ PŘETLAK SOUSTAVY

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

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

OBJEM EXPANZNÍ NÁDOBY

$$V_{ep} = V_e \cdot \frac{p_h + 100}{p_h - p_d}$$

Kde p_h nejvyšší provozní přetlak [kPa]
 p_d nejnížší provozní přetlak [kPa]

EXPANZNÍ POTRUBÍ

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5}$$

Kde Q_p pojistný výkon [kW]

B.10.1.2 NÁVRH

VSTUPNÍ ÚDAJE:

OBJEM VODY V ZAŘÍZENÍ	
<i>Druh zařízení</i>	<i>Objem vody v zařízení [l]</i>
Rozdělovač/sběrač	24
Akumulační nádrž TČ	2959
Negativní zásobník	300
Akumulační nádrž NZ	316
Tepelné čerpadlo	20
CELKEM	3619

OBJEM VODY V POTRUBÍ			
<i>DN Dxt</i>	<i>Objem vody na 1 m [l/m]</i>	<i>Délka potrubí [m]</i>	<i>Objem v potrubí [l]</i>
15x1	0,133	677,04	90,05
18x1	0,201	114,84	23,08
22x1	0,314	60,76	19,08
28x1,5	0,491	75,8	37,22
35x1,5	0,804	71,72	57,66
42x1,5	1,195	27,44	32,79
CELKEM	-	1027,60	259,88

OBJEM VODY V OTOPNÝCH TĚLESECH					
<i>Typ otopného tělesa</i>	<i>Rozměr</i>	<i>Počet</i>	<i>Objem vody v tělese [l/m]</i>	<i>Objem vody v tělese [l]</i>	<i>Objem vody v tělese [l]</i>
Typ 10 CLEAN VKM8	500x1000x47	1	2,7	2,7	2,7
	600x900x47	1	3,1	2,79	2,79
	600x1000x47	1	3,1	3,1	3,1
	600x1100x47	1	3,1	3,41	3,41
	600x1200x47	2	3,1	3,72	7,44
	900x1000x47	1	4,5	4,5	4,5
Typ 20S CLEAN VKM8	500x1000x100	2	5,3	5,3	10,6
	600x1000x100	9	6,2	6,2	55,8
	600x1100x100	6	6,2	6,82	40,92
	600x1200x100	8	6,2	7,44	59,52
	900x900x100	6	8,9	8,01	48,06
	900x1000x100	7	8,9	8,9	62,3
	900x1100x100	13	8,9	9,79	127,27
	900x1200x100	2	8,9	10,68	21,36
KORALUX RONDO CLASSIC - M	900x750	1		4,7	4,7
	1500x750	3		8	24
	1820x750	3		9,7	29,1
CELKEM	-	67	-	-	507,57

Celkový objem vody v soustavě je 4 386,45 l.

EXPANZNÍ OBJEM

$$V_e = 1,3 \cdot V_0 \cdot n = 1,3 \cdot 4,387 \cdot 0,01413 = 0,0806 \text{ m}^3$$

NEJNIŽŠÍ DOVOLENÝ PROVOZNÍ PŘETLAK

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

$$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot 6,8 \cdot 1000 \cdot 9,81 + 0 = 73,38 \text{ kPa}$$

$$\text{Volím } p_d = 80 \text{ kPa}$$

NEVYŠŠÍ DOVOLENÝ PŘETLAK SOUSTAVY

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g) = 300 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 290,19 \text{ kPa}$$

$$\text{Volím } p_h = 250 \text{ kPa}$$

OBJEM EXPANZNÍ NÁDOBY

$$V_{ep} = V_e \cdot \frac{p_h + 100}{p_h - p_d} = 0,0806 \cdot \frac{250 + 100}{250 - 80} = 0,166 \text{ l}$$

Navrhuji expanzní nádobu od firmy Regulus typ HS200 o objemu 200 l.



Označení	EXP HS200471
Připojení	6/4" M
Objem	200 l
Průměr	554 mm
Tlak	6 bar
Obj. kód	13744
Jednotky	ks
Rozměry balení	55,4 x 99 x 55,4 cm
Hmotnost (včetně balení)	40 kg
Typ hromadného balení	karton
Počet jednotek v hromadném balení	100

Obrázek 36 – expanzní nádoba Regulus typ HS200 [39]

EXPANZNÍ POTRUBÍ

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 77,2^{0,5} = 15,27 \text{ mm}$$

Navrhuji potrubí 18x1 mm.

B.10.2 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU PRO TEPELNÉ ČERPADLO

POJISTNÝ VENTIL

$$Q_p = Q_n = 77,2 \text{ kW}$$

MAXIMÁLNÍ PRŮŘEZ SEDLA POJISTNÉHO VENTILU

$$A_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{a_v \cdot p_{ot}^{0,5}} = \frac{2 \cdot 77,2}{0,54 \cdot 300^{0,5}} = 16,51 \text{ mm}^2$$

IDEÁLNÍ PRŮŘEZ SEDLA POJISTNÉHO VENTILU

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{A_0}{\pi}\right)^{0,5} = 2 \cdot \left(\frac{16,51}{\pi}\right)^{0,5} = 4,58 \text{ mm}$$

PRŮMĚR SEDLA SKUTEČNÉHO POJISTNÉHO VENTILU

$$d_0 = a \cdot d_i = 1,37 \cdot 4,58 = 6,27 \text{ mm}$$

VNITŘNÍ PRŮMĚR POJISTNÉHO POTRUBÍ

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 77,2^{0,5} = 15,27 \text{ mm}$$

Navrhuji pojistný ventil DUCO Tech ¾“ x ¾“ se jmenovitou světlostí DN 20, skutečný průřez sedla je 177 mm².

B.10.3 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU PRO BIVALENTNÍ ZDROJ

POJISTNÝ VÝKON

$$Q_p = Q_n = 40 \text{ kW}$$

MAXIMÁLNÍ PRŮŘEZ SEDLA POJISTNÉHO VENTILU

$$A_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{a_v \cdot p_{ot}^{0,5}} = \frac{2 \cdot 40}{0,54 \cdot 300^{0,5}} = 8,55 \text{ mm}^2$$

IDEÁLNÍ PRŮŘEZ SEDLA POJISTNÉHO VENTILU

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{A_0}{\pi}\right)^{0,5} = 2 \cdot \left(\frac{8,55}{\pi}\right)^{0,5} = 3,30 \text{ mm}$$

PRŮMĚR SEDLA SKUTEČNÉHO POJISTNÉHO VENTILU

$$d_0 = a \cdot d_i = 1,37 \cdot 3,30 = 4,52 \text{ mm}$$

VNITŘNÍ PRŮMĚR POJISTNÉHO POTRUBÍ

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 40^{0,5} = 13,79 \text{ mm}$$

Navrhuji pojistný ventil DUCO Tech ½“ x ¾“ se jmenovitou světlostí DN 15, skutečný průřez sedla je 177 mm².

B.11 NÁVRH TEPELNÉ IZOLACE POTRUBÍ

Izolace potrubí ROCWOOL PIPO ALS. Tloušťky tepelné izolace stanoveny dle vyhlášky 193/2007.

B.11.1 Cu – 15x1

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 25

Tloušťka s_{iz} = 25 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 15x1

Průměr d = 15 mm

Tloušťka stěny s_t = 1 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 65 \text{ mm}$

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} = 20 °C

Relativní vlhkost vzduchu φ = 70 %

Teplota rosného bodu t_w = 14.7 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu α_e = 10 W / m² K

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_o = 0.146 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ **VYHOVUJE** požadavkům vyhlásky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 22.1 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 14.1 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 4.4 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí 69 %

Střední spotřeba izolace 0.1257 m^2 - platí pro plošnou izolaci

Obrázek 37 – návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

B.11.2 Cu – 18x1

Izolace - [podrobné technické informace](#)

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka

s_{iz}

=

30

mm

Souč. tepelné vodivosti

λ_{iz}

=

0.037

W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 18x1

Průměr

d

=

18

mm

Tloušťka stěny

s_t

=

1

mm

Souč. tepelné vodivosti

λ_t

=

372

W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 78 \text{ mm}$

Potrubi

Teplota média

t_{in}

=

50

°C

Teplota v okolí potrubí

t_{out}

=

20

°C

Relativní vlhkost vzduchu

ϕ

=

70

%

Teplota rosného bodu

t_w

=

14.7

°C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu

α_E

=

10

W / m² K

Délka potrubí

l

=

1

m

DN 10 - DN 15

=> $U_{0,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

$U_0 = 0.148 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlásky č. 193/2007

$t_{p,iz} = 21.8 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

$q_p = 17 \text{ W/m}$

$q_{iz} = 4.4 \text{ W/m}$

74 %

Střední spotřeba izolace

0.1508 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

Obrázek 38 - návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

148

B.11.3 Cu 22x1

Izolace - podrobné technické informace																															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS ▾																															
Rozměry izolace - tl. 40 ▾																															
Tloušťka	s_{iz}	=	40 mm																												
Souč. tepelné vodivosti	λ_{iz}	=	0.037 W / m K																												
Trubka																															
Měď ▾																															
Rozměry trubky - 22x1 ▾																															
Průměr	d	=	22 mm																												
Tloušťka stěny	s_t	=	1 mm																												
Souč. tepelné vodivosti	λ_t	=	372 W / m K																												
$D = d + 2 \cdot s_{iz} = 102 \text{ mm}$																															
Potrubí <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Teplota média</td> <td>t_{in}</td> <td>=</td> <td>50 °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>t_{out}</td> <td>=</td> <td>20 °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>m</td> <td>=</td> <td>70 % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>t_w</td> <td>=</td> <td>14.7 °C</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>α_e</td> <td>=</td> <td>10 W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>l</td> <td>=</td> <td>1 m</td> </tr> </tbody> </table>				Teplota média	t_{in}	=	50 °C	Teplota v okolí potrubí	t_{out}	=	20 °C	Relativní vlhkost vzduchu	m	=	70 % ???	Teplota rosného bodu	t_w	=	14.7 °C	Součinitel přestupu tepla				na vnějším povrchu	α_e	=	10 W / m ² K	Délka potrubí	l	=	1 m
Teplota média	t_{in}	=	50 °C																												
Teplota v okolí potrubí	t_{out}	=	20 °C																												
Relativní vlhkost vzduchu	m	=	70 % ???																												
Teplota rosného bodu	t_w	=	14.7 °C																												
Součinitel přestupu tepla																															
na vnějším povrchu	α_e	=	10 W / m ² K																												
Délka potrubí	l	=	1 m																												
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)																															
DN 10 - DN 15 ▾ => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$																															
$U_o = 0.143 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlásky č. 193/2007																															
$t_{p,iz} = 21.3 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci																															
$q_p = 20.7 \text{ W/m}$																															
$q_{iz} = 4.3 \text{ W/m}$																															
Energetická úspora izolovaného potrubí																															
79 %																															
Střední spotřeba izolace																															
0.1948 m ² - platí pro plošnou izolaci																															

Obrázek 39 - návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

B.11.4 Cu 28x1,5

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPD/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 50

Tloušťka s_{iz} = 50 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 28x1.5

Průměr d = 28 mm

Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 128 \text{ mm}$

Potrubí

Teplota média t_{in} = 50 °C

Teplota v okolí potrubí t_{out} = 20 °C

Relativní vlhkost vzduchu m = 70 % ???

Teplota rosného bodu t_w = 14.7 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu α_e = 10 W / m² K

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

Povrchová teplota izolovaného potrubí

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

Tepelná ztráta potrubí s izolací

Energetická úspora izolovaného potrubí

DN 10 - DN 15 $\Rightarrow U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

$U_o = 0.146 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlásky č. 193/2007

$t_{p,iz} = 21.1 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

$q_p = 26.4 \text{ W/m}$

$q_{iz} = 4.4 \text{ W/m}$

83 %

Střední spotřeba izolace

0.245 m² - platí pro plošnou izolaci



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

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

Obrázek 40 - návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

B.11.5 Cu 35x1,5

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIP0/PIP0 ALS

Rozměry izolace - tl. 60

Tloušťka s_{iz} = 60 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 35x1.5

Průměr d = 35 mm

Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 155 \text{ mm}$

Žezaná 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} = 20 °C

Relativní vlhkost vzduchu ϕ = 70 % ???

Teplota rosného bodu t_w = 14.7 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu α_e = 10 W / m² K

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

Povrchová teplota izolovaného potrubí

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

Tepelná ztráta potrubí s izolací

Energetická úspora izolovaného potrubí

DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

$U_o = 0.15 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlásky č. 193/2007

$t_{p,iz} = 20.9 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

$q_p = 33 \text{ W/m}$

$q_{iz} = 4.5 \text{ W/m}$

86 %

Střední spotřeba izolace

0.2985 m² - platí pro plošnou izolaci

Obrázek 41 - návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

B.11.6 Cu 42x1,5

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 80

Tloušťka

s_{iz} = 80 mm

Souč. tepelné vodivosti

λ_{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

λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 202 \text{ mm}$

Potrubí

Teplota média

t_{in} = 50 °C

Teplota v okolí potrubí

t_{out} = 20 °C

Relativní vlhkost vzduchu

rh = 70 % ???

Teplota rosného bodu

t_w = 14.7 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu

α_e = 10 W / m² K

Délka potrubí

l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_0 = 0.143 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ **VYHOVUJE** požadavkům vyhlásky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 20.7 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 39.6 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 4.3 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí

89 %

Střední spotřeba izolace

0.3833 m^2 - platí pro plošnou izolaci

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

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

Obrázek 42 - návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

152

B.11.7 54x2

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 100

Tloušťka s_{iz} = 100 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.036 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 54x2

Průměr d = 54 mm

Tloušťka stěny s_t = 2 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 254 \text{ mm}$

Čezaná 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} =	45 °C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	20 °C
Relativní vlhkost vzduchu	ϕ =	65 % ???
Teplota rosného bodu	t_w =	13.6 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu	α_e =	10 W / m ² K
--------------------	--------------	-------------------------

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

Povrchová teplota izolovaného potrubí

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

Tepelná ztráta potrubí s izolací

Energetická úspora izolovaného potrubí

DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

$U_o = 0.145 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ **VYHOVUJE** požadavkům vyhlásky č. 193/2007

$t_{p,iz} = 20.5 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

$q_p = 42.4 \text{ W/m}$

$q_{iz} = 3.6 \text{ W/m}$

91 %

Střední spotřeba izolace

0.4838 m² - platí pro plošnou izolaci

Obrázek 43 - návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

B.11.8 Cu 57x2

Izolace - potrubní technická informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 100

Tloušťka $\delta_z = 100$ mm

Souř. tepelná vodivost $\lambda_z = 0.037$ W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 57x2

Průměr $d = 57$ mm

Tloušťka stěny $s_t = 2$ mm

Souř. tepelná vodivost $\lambda_t = 372$ W / m K

$D = d + 2 \cdot s_z = 267$ mm

Potrubí

Teplota média $t_n = 50$ °C

Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C

Relativní vlhkost vzduchu $m = 65$ % 777

Teplota rosného bodu $t_w = 13.6$ °C

Součinitel přestupu tepla:

na vnějším povrchu $\alpha_s = 10$ W / m² K

Délka potrubí $l = 1$ m

Určuji souř. prostupu tepla (dle vyhl. 183/2007)

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_0 = 0.16 \pm 0.16$ W / m K $\Rightarrow U_{0,183/2007} = 0.16$ W / m K

Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 20.6$ °C $> t_w = 13.6$ °C na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace $Q_p = 53.7$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací $Q_{iz} = 4.5$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí 92 %

Střední spotřeba izolace 0.4892 m² - platí pro plošnou izolaci

Obrázek 44 - návrh izolace potrubí – tzb.info [40]

B.12 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE

B.12.1 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

VSTUPNÍ ÚDAJE:

Lokalita	Olomouc
Venkovní teplota	-15 °C
Počet dnů v otopné sezoně	231
Průměrná vnitřní teplota	20 °C
Střední venkovní teplota v době otopné sezony	$t_{es} = 3,8 \text{ °C}$
Teplota teplé vody pro ohřev TČ	49 °C
Teplota studené vody v zimě	10 °C
Teplota studené vody v létě	15 °C
Denní potřeba tepla pro ohřev TV	44,08 kWh
Počet pracovních dnů	210
Počet dní v otopném období se spotřebou TV	188

POTŘEBA TEPLA

$$E_{TV} = Q_{2p} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{2p} \cdot \frac{t_2 - t_{15}}{t_2 - t_{10}} \cdot (N - d)$$

$$E_{TV} = 44,08 \cdot 188 + 0,8 \cdot 44,08 \cdot \frac{49 - 15}{48 - 10} \cdot (210 - 188) = 8,963 \text{ MWh/rok}$$

ROČNÍ PROVOZNÍ TOPNÝ FAKTOR:

$$COP_{W,gen} = f_{W,COP} \cdot COP_n = 0,77 \cdot 3,1 = 2,39$$

ROČNÍ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE PRO OHŘEV TV

$$E_{TV,EL} = \frac{E_{TV}}{COP_{W,gen} \cdot \eta_{dist}} = \frac{8,963}{2,39 \cdot 0,95} = 3,95 \text{ MWh/rok}$$

SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE PRO DOHŘEV TEPLÉ VODY

$$E_{TV,dohřev} = d \cdot h_{den} \cdot Q_{el} = 210 \cdot 2 \cdot 2,5 = 1,05 \text{ MWh/rok}$$

B.12.2 VYTÁPĚNÍ

VSTUPNÍ ÚDAJE:

Lokalita	Olomouc
Venkovní teplota	-15 °C
Počet dnů v otopné sezoně	231
Průměrná vnitřní teplota	20 °C
Střední venkovní teplota v době otopné sezony	$t_{es} = 3,8 \text{ °C}$
Tepelná ztráta prostupem a větráním	$Q_T = 19\,683,2 \text{ W}$
Počet dnů provozu bivalentního zdroje	37 dní

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA

$$H_V = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{19683,2}{20 - (-15)} = 562,38 \text{ W/K}$$

OPRAVNÝ SOUČINITEL

$$e = e_t \cdot e_d = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64$$

$e_t = 0,8$, pro pětidenní provoz

$e_d = 0,8$, pro přerušované vytápění v noci

POČET DENOSTUPŇŮ

$$D = d \cdot (t_i - t_{es}) = 231 \cdot (20 - 3,8) = 3742,2$$

ROČNÍ PROVOZNÍ TOPNÝ FAKTOR

$$COP_{H,gen} = f_{H,COP} \cdot COP_n = 0,88 \cdot 3,1 = 2,73$$

ROČNÍ POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

$$E_{VYT} = e \cdot \varepsilon \cdot h \cdot D \cdot H_V = 0,64 \cdot 0,8 \cdot 12 \cdot 3742,2 \cdot 562,38 = 12,93 \text{ MWh/rok}$$

h počet provozních hodin

ε součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku, volím 0,8

ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE

$$E_{vyt,EL} = \frac{E_{vyt}}{COP_{H,gen} \cdot \eta_{dist}} = \frac{12,93}{2,73} = 4,74 \text{ MWh/rok}$$

SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE BIVALENTNÍHO ZDROJE

Venkovní teplota [°C]	Počet hodin t	Počet dní v roce d	Výkon bivalentního zdroje Q_{BZ} [kW]	Spotřeba el. Energie E_{BZ} [kWh]
-15	14	0,6	40,0	280,00
-14	14	0,6	37,8	264,42
-13	13	0,5	35,5	231,07
-12	24	1,0	33,3	399,88
-11	43	1,8	27,5	590,87
-10	32	1,3	21,6	346,26
-9	58	2,4	15,8	458,20
-8	72	3,0	10,0	358,52
CELKEM				2929,22

$$E_{BZ,EL} = \sum(d \cdot Q_{BZ}) \cdot h_{den} = 2,93 \text{ MWh/rok}$$

B.12.3 VZT JEDNOTKA – NUCENÉ VĚTRÁNÍ

VSTUPNÍ ÚDAJE:

Lokalita	Olomouc
Venkovní teplota	-15 °C
Počet topných dnů v roce pro VZT	303
Průměrná vnitřní teplota	20 °C
Střední venkovní teplota v době otopné sezony	$t_{es} = 3,8 \text{ °C}$
Instalovaný výkon VZT	36,04 kW

MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA

$$H_V = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{36040}{20 - (-15)} = 1029,7 \text{ W/K}$$

OPRAVNÝ SOUČINITEL

$$e = e_t \cdot e_d = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64$$

$$e_t = 0,8, \text{ pro pětidenční provoz}$$

$$e_d = 0,8, \text{ pro přerušované vytápění v noci}$$

POČET DENOSTUPŮ

$$D = d \cdot (t_i - t_{es}) = 303 \cdot (20 - 3,8) = 4908,6$$

ROČNÍ POTŘEBA TEPLA PRO VĚTRÁNÍ

$$E_{VZT} = e \cdot h \cdot D \cdot H_V = 0,64 \cdot 12 \cdot 4908,6 \cdot 1029,7 = 38,82 \text{ MWh/rok}$$

h počet provozních hodin

ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE

$$E_{VZT,EL} = \frac{E_{VZT}}{COP_{H,gen}} = \frac{38,82}{2,73} = 14,22 \text{ MWh/rok}$$

B.12.4 CELKOVÝ PŘEHLED POTŘEBY TEPLA A SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

B.12.4.1 CELKOVÁ POTŘEBA TEPLA

$$E = E_{vyt} + E_{TV} + E_{VZT} = 12,93 + 38,82 + 8,96 = \mathbf{60,71 \text{ MWh/rok}}$$

B.12.4.2 CELKOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE

$$E_{EL} = E_{vyt,EL} + E_{BZ,EL} + E_{TV,EL} + E_{TV,dohřev} + E_{VZT,EL} = 4,74 + 2,93 + 3,95 + 1,05 + 14,22 = \mathbf{26,89 \text{ MWh/rok}}$$



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA

VYTÁPĚNÍ OBJEKTU ŠKOLY

HEATING OF THE SCHOOL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Klára Hartová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022

C.1 ÚVOD

C.1.1 POPIS OBJEKTU

Projekt se zabývá řešením vytápění, větrání a ohřevem teplé vody objektu školy. Pozemek se stávající budovou se nachází v Olomouckém kraji ve městě Olomouc. Objekt je řešen jako dvoupodlažní, nepodsklepený a je zastřešen plochou střechou. Vstup do objektu zůstane stávající z východní strany. Nosné a nenosné konstrukce zdí jsou z cihel plných pálených, stropy z prefabrikovaných panelů Spiroll. Budova bude kompletně rekonstruovaná, dojde k zateplení obálky budovy, výměně skladeb podlah, střechy, výplní otvorů a nenosných stěn. Nově navržené úpravy budou splňovat tepelně technické požadavky.

C.1.2 PROVOZ OBJEKTU

Objekt je využíván jako umělecká škola pro volnočasové aktivity. Učebny jsou dostatečně prostorné pro uskladnění velkých nástrojů (především hudebních). Nejsou navrhovány na velký počet osob, největší z nich počítá s cca 15 osobami, protože jej tento typ školy nevyžaduje. U učeben se nachází šatny pro odložení oděvů. Učebny jsou vybaveny školním nábytkem, umyvadlem, úložnými prostory a popřípadě hudebními, či jinými nástroji podle způsobu využití učebny. V každém podlaží jsou vždy dva bloky hygienického zázemí pro veřejnost. V 1NP bude také nově vytvořená toaleta pro osoby s omezenou schopností pohybu. Technické zázemí – strojovna a kotelna se nachází v 1NP. Zázemí pro administrativu je v 2NP, kde bude soukromé hygienické zázemí pouze pro personál. Pro výstup na plochou střechu bude po rekonstrukci obálky budovy upevněn žebřík na S straně u technického zázemí.

C.2 PODKLADY

C.2.1 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Pro navrhování projektové dokumentace a výpočtovou část jsem použila podklady v podobě stávajících půdorysů.

C.2.2 POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY

Vyhláška MMRČR č.499/2009 Sb. o dokumentaci staveb

Vyhláška MMRČR č. 78/2013 Sb., kterou se stanoví energetická náročnost budov

Vyhláška MMRČR č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti užití energie a chladu

ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 73 0540–2 Tepelná ochrana budov – Požadavky
 ČSN 73 0540–3 Tepelná ochrana budov – Společná ustanovení
 ČSN 73 0334 – Typické hodnoty pro výpočet energetické náročnosti budov
 ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
 ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody
 Technická pravidla H–132 98 Ohřívání užitkové vody – Zásady pro navrhování
 ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
 ČSN EN 12828 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav

C.3 TEPELNÉ ZTRÁTY A POTŘEBY TEPLA

C.3.1 KLIMATICKÉ POMĚRY

Lokalita	Olomouc, kraj Olomoucký
Nadmořská výška	219 m n.m., B.p.v.
Venkovní výpočtová teplota	-15 °C

C.3.2 VNITŘNÍ NÁVRHOVÉ TEPLOTY

1NP	
15 °C	Zádveří, chodby + schodiště, úklidová komora, sklad, strojovna vzduchotechniky, kotelna
20 °C	šatny, učebny, WC ženy, WC muži, umývárny, WC imobilní, hygienické zázemí personál
2NP	
15 °C	chodby + schodiště, zádveří, sklad
20 °C	šatny, učebny, WC ženy, WC muži, umývárny, kanceláře, ředitelna

C.3.3 TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONSTRUKCÍ

Konstrukce jsou navrženy na doporučené hodnoty $U_{rec,20}$ a požadované hodnoty $U_{N,20}$, dle ČSN 73 0540–2:2011. C.3.4.

SO-01 – OBVODOVÁ STĚNA CPP + ZATEPLENÍ ETICS	0,19 W/(m²K)
SO-02 – VNITŘNÍ STĚNA CPP	1,52 W/(m²K)
SO-03 – VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA HELUZ 14 BROUŠENÁ	1,30 W/(m²K)
SO-04 – PODLAHA NA TERÉNU – PODLAHOVÁ KRYTINA LAMINÁTOVÁ	0,25 W/(m²K)

SO-05 – SKLADBA NA TERÉNU – PODLAHOVÁ KRYTINA DLAŽBA	0,25 W/(m ² K)
SO-06 – SKLADBA PODLAHY NA STROPĚ – PODLAHOVÁ KRYTINA LAMINÁTOVÁ	0,28 W/(m ² K)
SO-07 – SKLADBA PODLAHY NA STROPĚ – PODLAHOVÁ KRYTINA DLAŽBA	0,29 W/(m ² K)
SO-08 – PLOCHÁ STŘECHA	0,12 W/(m ² K)
O1 – OKNO PLASTOVÉ	0,70 W/(m ² K)
D1 – DVEŘE VCHODOVÉ	1,80 W/(m ² K)
D2 – DVEŘE VNITŘNÍ	2,00 W/(m ² K)

C.3.4 TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU

Tepelná ztráta prostupem	17,10 kW
Tepelná ztráta větráním	2,29 kW
Zátopový výkon	3,86 kW
CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	23,54 kW

C.3.5 POTŘEBNÉ VÝKONY

Potřebný výkon pro teplou vodu	22,04 kW
Potřebný výkon pro vytápění	30,26 kW
Potřebný výkon pro vzduchotechniku	36,04 kW

C.3.6 POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLA

Potřeba tepla	8,96 MWh/rok
Spotřeba energie	5,00 MWh/rok

C.3.7 POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

Potřeba tepla	12,93 MWh/rok
Spotřeba energie vytápění	4,74 MWh/rok
Spotřeba energie bivalentní zdroj	2,93 MWh/rok

C.3.8 POTŘEBA TEPLA PRO NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Potřeba tepla	38,82 MWh/rok
Spotřeba energie	14,22 MWh/rok

C.4 ZDROJ TEPLA

C.4.1 ZDROJ TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

Jako zdroj tepla jsou navržena dvě tepelná čerpadla HELIOTHERM SOLID M – S30L-M SPLIT, která jsou kaskádově zapojena. Bod bivalence byl stanoven na hodnotu -8,5 °C. Venkovní

jednotky budou umístěny na severní straně pozemku u místnosti kotelny. Odvod kondenzátu do kanalizace. Vnitřní jednotky budou umístěny v technické místnosti – kotelně v 1NP. Potrubí TČ musí být umístěno v nezámrazné hloubce 800 mm. Akumulační nádrž navržena na objem 2959 l typ LAMB PSM 3000. Akumulační nádrž je včetně izolace z polyuretanové pěny tl. 100 mm.

C.4.2 ZABEZPEČOVACÍ A EXPANZNÍ ZAŘÍZENÍ

Proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku a podtlaku je navrženo zabezpečovací zařízení. Navržena expanzní nádoba od firmy Regulus typ HS200 o objemu 200 l. Expanzní nádoba bude napojena na vrtané potrubí otopné vody s DN 18. Dále je navržen pojistný ventil pro tepelné čerpadlo DUCO Tech ¾“ x ¾“ se jmenovitou světlostí DN 20. Pro bivalentní zdroj je navržen pojistný ventil DUCO Tech ½“ x ¾“ se jmenovitou světlostí DN 15.

C.5 TOPNÁ SOUSTAVA

Navrženo vytápění pomocí otopných těles firmy KORADO.

C.5.1 OTOPNÁ SOUSTAVA S OTOPNÝMI TĚLESY

Otopná soustava je navržena na teplotní spád 50/40. Z technické místnosti, kde je umístěn rozdělovač/sběrač, je rozvedeno potrubí z mědi k otopným tělesům. Potrubí je zaizolované. Navrhnut kombinovaný rozdělovač/sběrač typu ETL RS Kombi modul 120. Všechna desková tělesa mají spodní středové napojení a jsou umístěny 200 mm nad úroveň čisté podlahy. Trubková otopná tělesa mají rovněž spodní středové napojení a jsou umístěna 800 mm nad úroveň čisté podlahy. Otopná tělesa jsou navržena do firmy KORADO, desková tělesa typu Radik CLEAN VKM8, trubková tělesa typu KORALUX CLASSIC RONDO – M.

C.5.2 PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ TOPNÉ SOUSTAVY

Voda bude do systému doplňována ručně pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných v technické místnosti. První plnění musí být provedeno upravenou vodou. Pro vypouštění soustavy budou instalovány vypouštěcí kohouty a kulové kohouty v nejnižším místě soustavy. Odvzdušnění pak v nejvyšším místě soustavy.

C.5.3 REGULACE A MĚŘENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

V závislosti na venkovní teplotě vzduchu bude řízena teplota topné vody. Třicestné směšovací ventily budou také řízeny vzhledem k venkovní teplotě vzduchu. U vzduchotechnické jednotky je trojcestný ventil již součástí jednotky. Regulování otopných těles bude pomocí termostatického ventilu. Funkcí rozdělovače/sběrače bude regulace okruhů mezi sebou. Pro hydraulické seřízení jsou navrženy vyvažovací ventily.

C.5.4 OHŘEV TEPLÉ VODY

Ohřev teplé vody je řešen jako přednostní smíšený. Pro ohřev vody je navržen negativní zásobník IVT FW 302 o objemu 300 l s plochou výměníku 6,2 m². Zde dojde k ohřátí teplé vody na 49 °C, následný dohřev bude probíhat v akumulární nádrži UVK 300 o objemu 316 l, ve které je navržena elektrická topná jednotka TJ 6/4' – 2,5 s výkonem 2,5 kW. Ta dohřeje vodu na požadovaných 55 °C. Mezi negativním zásobníkem a akumulární nádrží bude umístěno oběhové čerpadlo – není součástí této projektové dokumentace.

C.5.5 TEPELNÁ IZOLACE

Potrubí bude izolováno tepelnou izolací ROCKWOOL PIPO/PIPO ALS. Tloušťky izolace jsou stanoveny dle vyhlášky č. 193/2007.

DN 15	tl. 25 mm
DN 18	tl. 30 mm
DN 22	tl. 40 mm
DN 28	tl. 50 mm
DN 35	tl. 60 mm
DN 42	tl. 80 mm
DN 54	tl. 100 mm
DN 57	tl. 100 mm

Nejmenší navržená tloušťka tepelné izolace v podlaze je 100 mm, maximální DN vedený v podlaze je DN 22 – tl. TI potrubí je 40 mm.

C.5.6 VZDUCHOTECHNIKA

Celý objekt je větrán nuceně pomocí vzduchotechnické jednotky s výměníkem pro zpětné získávání tepla, účinnost 60 %. Teplota přiváděného vzduchu je 20 °C a teplota za výměníkem ZZT je

6 °C, pro teplotu přiváděného vzduchu 15 °C je teplota za výměníkem 3 °C. Celkový výkon vzduchotechnické jednotky je navržen na 36,04 KW.

C.5.7 ČERPACÍ TECHNIKA

Nucený oběh je zajištěn pomocí oběhových čerpadel:

VĚTEV V1	WILLO YONOS PICO-Z 15/1-4
VĚTEV V2	GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130.
VĚTEV V3	GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130.
VĚTEV V4	GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130.
VĚTEV VZT	GRUNDFOS MAGNA3 25-40
TČ 2 – AKU. NÁDRŽ	GRUNDFOS MAGNA3 25-40.
TČ 1 – AKU. NÁDRŽ A NEG. ZÁSOB.	GRUNDFOS MAGNA3 25-60.

C.6 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

C.6.1 STAVEBNÍ PRÁCE

Před instalováním zdroje tepla a ostatních příslušenství je nutno provést stavební úpravy. Provede se odstranění stávajících omítek, výplní otvorů, demolice nenosných stěn uvnitř objektu, odstranění stávajících vrstev podlah. Po těchto úpravách budou osazeny nové výplně otvorů – plastová okna s trojskly, vchodové dveře, nové skladby podlah a střechy. Stavební úpravy mají zlepšit tepelně technické vlastnosti celého objektu.

Potrubí procházející stěnou musí být osazeno do chráničky. Skladba podlah, konkrétně zalití potrubí betonovou mazaninou, je provedeno až po tlakových zkouškách měděného potrubí.

Vnitřní jednotku tepelného čerpadla je nutno umístit v kotelně na antivibrační rohož, aby bylo zabráněno přenášení vibrací do konstrukce. Připevnění bude následně provedeno dle pokynů výrobce.

C.6.2 ZDRAVOTECHNIKA

Nutno zajistit přívod studené vody pro napojení negativního zásobníku. V technické místnosti navržena nerezová vpust 100/100 mm a odpadní potrubí pro odvod kondenzátu tepelného čerpadla.

C.6.3 ELEKTROINSTALACE

Napojení tepelných čerpadel na el. síť s třífázovým napětím 400 V, instalace zásuvek s napětím 230 V.

C.7 MONTÁŽ, UVEDENÍ DO PROVOZU A PROVOZ

C.7.1 ZDROJ

Veškeré instalace a uvedení do provozu musí provádět odpovědná kvalifikovaná osoba, která vlastní oprávnění k provádění dané činnosti. Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace. Postup na uvedení zařízení do provozu bude uveden v dokumentaci od dodavatele.

C.7.2 TOPNÁ SOUSTAVA

Montáž a uvedení do provozu dle ČSN 06 0310. Montážní práce musí provádět kvalifikovaná osoba s osvědčením. Seřizovací armatury je nutno před uvedením do provozu seřídít a nastavit dle projektu.

C.7.3 ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ

Soustava otopných těles se naplní na nejvyšší provozní přetlak, soustava se odvzdušní a nechá se naplněna po dobu nejméně 6 hodin. V tomto čase se provádí vizuální kontrola netěsnosti. Zkouška je úspěšná, pokud se neobjeví žádná netěsnost a v expanzní nádobě není výrazný pokles hladiny.

C.7.4 ZPŮSOB OBSLUHY A OVLÁDÁNÍ

C.8 OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Provozovatel objektu má povinnost zajistit kvalifikovanou osobu. Osoba obsluhující zařízení musí být řádně proškolená, seznámena s podmínkami zařízení a ke své práci mít veškeré potřebné podklady.

C.8.1 VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Instalace systému nemá negativní dopad na životní prostředí.

C.8.2 HOSPODAŘENÍ S ODPADY

Při instalaci a provozu zařízení je nutné splňovat požadavky na hospodaření s odpady dle zákona č. 185/2001 Sb. Ve znění pozdějších předpisů.

C.9 BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA

C.9.1 POŽÁRNÍ OCHRANA

Nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky na požární ochranu.

C.9.2 BEZPEČNOST PŘI REALIZACI DÍLA

Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel ve smyslu zák. 262/2006 ve znění pozdějších předpisů (Zákoník práce) a vyhláška 324/1990 - bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích. Veškeré práce provádí pouze oprávněné osoby.

C.9.3 BEZPEČNOST PŘI PROVOZU A UŽÍVÁNÍ ZAŘÍZENÍ

Obsluhovat zařízení smí pouze pověřené a zaškolené osoby. Nutnost dodržovat pokyny a návody uvedené výrobcem. Povinnost zhotovitele je zajistit řádné proškolení osob obsluhujících zařízení.

ZÁVĚR

Náplní bakalářské práce byl návrh vytápění, větrání a příprava teplé vody pro objekt školy.

Teoretická část byla zaměřena na tepelná čerpadla. Věnovala jsem se historii, popsala jsem princip fungování čerpadel a zdroje nízkopotenciálního tepla. V další kapitole jsem uvedla základní komponenty tepelných čerpadel a detailněji je popsala. Následně jsem se věnovala provozním režimům, efektivitě, kde je vysvětlen topný faktor a sezonní topný faktor. Další kapitola pojednává o chladivech a v poslední kapitole rozebírám nejčastější chyby při navrhování tepelných čerpadel.

Ve výpočtové části jsem navrhla skladby konstrukcí, vypočítala součinitel prostupu tepla a následně jej posoudila dle normy. Následně jsem počítala tepelné ztráty a na jejich základě jsem navrhla otopná tělesa pro objekt. Navrženou soustavu jsem nadimenzovala a následně zregulovala. V celém objektu jsem navrhla nucené větrání vzduchotechnickou jednotkou s výměníkem zpětného získávání tepla. Následně jsem navrhla přípravu teplé vody jako přednostní směšenou. Jako zdroj tepla jsem navrhla dvě tepelná čerpadla v kaskádovém zapojení typu vzduch-voda. Společně se zdrojem jsem navrhla zabezpečovací zařízení a v neposlední řadě jsem vypočetla roční potřebu tepla a spotřebu elektrické energie.

Projektová část zahrnuje technickou zprávu, kde jsem jednotlivé návrhy shrnula. Zpracovala jsem projektovou dokumentaci na základě výpočtové části a je součástí příloh.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] PETRÁK, Jiří a Zdeněk DVOŘÁK. *Tepelná čerpadla*. Praha: České vysoké učení technické, 1991.
- [2] TINTĚRA, Ladislav. *Tepelná čerpadla*. Praha: ARCH, 2003. ISBN 80-86165-61-2. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:c2b44250-96d5-11e2-9a9f-005056827e51>
- [3] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. Brno: ERA, 2005. 21. století. ISBN 80-7366-031-8.
- [4] Tepelné čerpadlo: Jak funguje?. *ESTAV.cz* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/3184.tepelne-čerpadlo-jak-funguje>
- [5] *Jak funguje tepelné čerpadlo voda–voda. Komu se vyplatí?* [online]. Olga Knoflíčková, 2021 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.woltair.cz/blog/tepelná-čerpadla/voda-voda>
- [6] *Tepelná čerpadla voda-voda* [online]. úsporné vytápění, 2020 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.uspornevytapani.cz/tepelná-čerpadla-voda-voda/>
- [7] *Vše, co potřebujete vědět o tepelných čerpadlech typu země-voda* [online]. Mastertherm [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.uspornevytapani.cz/tepelná-čerpadla-voda-voda/>
- [8] *Co je to tepelné čerpadlo - základní části, druhy* [online]. Ing. Michal Kapoun, 2015 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelná-čerpadla/12629-co-je-to-tepelne-čerpadlo-zakladni-casti-druhy>
- [9] *Z čeho se skládá tepelné čerpadlo vzduch-voda* [online]. Tepelná čerpadla [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.tepelna-čerpadla-info.cz/časte-dotazy/slozeni-tepelneho-čerpadla.htm>
- [9] *KOMPRESOR TEPELNÉHO ČERPADLA* [online]. Tenauro [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://tenaur.cz/kompresor-tepelneho-čerpadla/>
- [10] *Kompresory pro tepelná čerpadla* [online]. Petr David, 2015 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelná-čerpadla/13498-kompresory-pro-tepelna-čerpadla>
- [11] *Kondenzátor pro tepelné čerpadlo* [online]. Výměníky tepla Ostrava [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.vymeniky-tepla.cz/čerpadla/>
- [12] *Zásadní parametry pro výběr tepelného čerpadla? Účinnost a bod bivalence* [online]. Výměníky tepla Ostrava, 2022 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelná-čerpadla/23528-zasadni-parametry-pro-vyber-tepelneho-čerpadla-ucinnost-a-bod-bivalence>
- [13] *Navrhování tepelných čerpadel* [online]. Evropský sociální fond, 2022 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/adoc.pub_77-navrhovani-tepelnych-čerpadel.pdf

- [14] *Co je topný faktor tepelného čerpadla?* [online]. e-on [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/vytapeni-a-ventilaci/tepelna-čerpadla/co-je-topny-faktor-tepelneho-čerpadla/>
- [15] *Hodnocení SCOP tepelných čerpadel pro vytápění* [online]. Ing. Jan Sedlář, 2015 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://vytapieni.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/13507-hodnoceni-scop-tepelnych-čerpadel-pro-vytapieni>
- [16] *Je každé tepelné čerpadlo do rodinného domu ekologickým řešením?* [online]. Pavel Bareš [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.alpha-innotec.cz/clanky/je-kazde-tepelne-čerpadlo-do-rodinneho-domu-ekologicky-m-reshenim/>
- [17] *Jaká chladiva se používají v tepelných čerpadlech?* [online]. Entalpia Europe [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://entalpiaeuropa.eu/cs/jaka-chladiva-se-pouzivaji-v-tepelnych-čerpadlech/>
- [18] *Historie vývoje chladiva* [online]. JG, 2019 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <http://cz.jugao-refrigerants.net/news/the-history-of-refrigerant-development-31070607.html>
- [19] *Chladiva, oleje a legislativa* [online]. Ing. Marian Formánek, Ph.D. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.email.cz/download/k/1Uarenw8uN-m-NKEV1JPmxebP7hfhKXwMfywg2hDK0ia6S5mbSkd2puuHfAnuqn8gsY1CA4/Chladiva%2C%20Legislativa.pdf>
- [20] *Nejčastější chyby při výběru, instalaci a provozu tepelných čerpadel* [online]. Ing. Tomáš Straka, Ph.D., 2018 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://vytapieni.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/17752-nejcastejsi-chyby-pri-vyberu-instalaci-a-provozu-tepelnych-čerpadel>
- [21] AUTOR NEUVEDEN. Wikipedia [online]. [cit. 5.5.2022]. Dostupný na WWW: https://cs.wikipedia.org/wiki/William_Thomson#/media/Soubor:Sir_William_Thomson,_Baron_Kelvin,_1824_-_1907._Scientist,_resting_on_a_binnacle_and_holding_a_marine_azimuth_mirror.jpg
- [22] AUTOR NEUVEDEN. tzb-info [online]. [cit. 5.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://vytapieni.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/9147-ac-heating-faktory-ovlivnujici-ucinnost-tepelnych-čerpadel>
- [23] AUTOR NEUVEDEN. Tepelná čerpadla Kuchař [online]. [cit. 5.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://www.tckuchar.cz/tepelna-čerpadla/tepelne-čerpadlo-vzduch-voda/>
- [24] AUTOR NEUVEDEN. Madt [online]. [cit. 5.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://www.madt.cz/zateplovani-budov/doplňkové-sluzby-zateplovani/tepelna-čerpadla/>
- [25] AUTOR NEUVEDEN. tzb-info [online]. [cit. 5.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://vytapieni.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/13498-kompresory-pro-tepelna-čerpadla>
- [26] AUTOR NEUVEDEN. Evropský sociální fond - vzdělávání [online]. [cit. 17.5.2022]. Dostupný na WWW: file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/adoc.pub_77-navrhovani-tepelnych-čerpadel.pdf

- [27] AUTOR NEUVEDEN. *Bazény shop* [online]. [cit. 23.5.2022]. Dostupný na WWW:
<https://www.bazenysshop.cz/poradna/kam-umistit-tepelne-cerpadlo>
- [28] AUTOR NEUVEDEN. *Air X* [online]. [cit. 23.5.2022]. Dostupný na WWW:
<file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/stavebni-pripravenost-air-x.pdf>
- [29] AUTOR NEUVEDEN. *KORADO* [online]. [cit. 24.5.2022]. Dostupný na WWW:
[file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/CZ_Katalog%20RADIK%2005_2022%20\(2\).pdf](file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/CZ_Katalog%20RADIK%2005_2022%20(2).pdf)
- [30] AUTOR NEUVEDEN. *KORADO* [online]. [cit. 24.5.2022]. Dostupný na WWW:
[file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/koralux-trubkova-otopna-telesa%20\(2\).pdf](file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/koralux-trubkova-otopna-telesa%20(2).pdf)
- [31] *KORADO - desková otopná tělesa* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z:
https://www.korado.cz/priloha?page=67&p=1&type=file&_gl=1*qftijv*_up*MQ..&gclid=Cj0KCQjwyYKUBhDJARIsAMj9lkHMLpCpG5XI-EHlpGC88HJcuY3Sa-QdJGCHmaBHQogzucdgDiTrX7waAhCeEALw_wcB
- [32] *KORADO - trubková otopná tělesa* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z:
<https://img.korado.cz/userfiles/file/531/45ce36824654289991b0907068e729c0.pdf>
- [33] AUTOR NEUVEDEN. *DRAŽICE* [online]. [cit. 24.5.2022]. Dostupný na WWW:
[file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/navod-k-instalaci-ukv-300-500%20\(2\).pdf](file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/navod-k-instalaci-ukv-300-500%20(2).pdf)
- [34] AUTOR NEUVEDEN. *Projektuj tepelná čerpadla* [online]. [cit. 24.5.2022]. Dostupný na WWW:
[file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/technicky_list_ivt_fw%20\(10\).pdf](file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/technicky_list_ivt_fw%20(10).pdf)
- [35] AUTOR NEUVEDEN. *DRAŽICE* [online]. [cit. 24.5.2022]. Dostupný na WWW:
[file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/navod-tj%20\(1\).pdf](file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/navod-tj%20(1).pdf)
- [36] AUTOR NEUVEDEN. *Projektuj tepelná čerpadla* [online]. [cit. 24.5.2022]. Dostupný na WWW:
[file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/heliotherm-solid-m-split-prezentace%20\(2\).pdf](file:///D:/Users/KI%C3%A1ra/Downloads/heliotherm-solid-m-split-prezentace%20(2).pdf)
- [37] AUTOR NEUVEDEN. *ETL-Elkotherm a.s.* [online]. [cit. 24.5.2022]. Dostupný na WWW:
<https://www.etl.cz/prilohy/ETL%20RS%20Kombi%20.pdf>
- [38] *GRUNDFOS* [online]. [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/cz/size-page?qcid=1569003046>
- [39] AUTOR NEUVEDEN. *Regulus úsporné topení* [online]. [cit. 26.5.2022]. Dostupný na WWW:
<https://www.regulus.cz/cz/expanzni-nadoba-hs200>
- [40] *Tzbinfo* [online]. Ing. Reinberk Zdeněk [cit. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubi-s-izolaci>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 – William Thomson	[21]
Obrázek 2 – Obecný princip fungování tepelného čerpadla	[22]
Obrázek 3 – TČ vzduch-voda – vnitřní provedení	[23]
Obrázek 4 – TČ – vzduch-voda – vnější provedení	[23]
Obrázek 5 – TČ – voda-voda – kolektor	[24]
Obrázek 6 – TČ – voda-voda – podzemní	[23]
Obrázek 7 – TČ – země-voda – horizontální kolektor	[23]
Obrázek 8 – TČ – země-voda – vertikální kolektor	[23]
Obrázek 9 – kompresor scroll – spirály	[25]
Obrázek 10 – kompresor scroll	[25]
Obrázek 11 – dvojitý rotační kompresor – komory	[25]
Obrázek 12 – dvojitý rotační kompresor	[25]
Obrázek 13 – Monovalentní provoz TČ	[26]
Obrázek 14 – Alternativně bivalentní provoz TČ	[26]
Obrázek 15 – Paralelně bivalentní provoz TČ	[26]
Obrázek 16 – Částečně paralelně bivalentní provoz TČ	[26]
Obrázek 17 – Příklad umístění venkovní jednotky TČ	[27]
Obrázek 18 – Příklad odvodu kondenzátu do kanalizace	[28]
Obrázek 19 – Technický list výrobce KORADO – Radik clean VKM8	[29]
Obrázek 20 – Technický list výrobce KORADO – Koralux rondo CLASSIC – M	[30]
Obrázek 21 – Průtokový diagram výrobce KORADO k deskovým otopným tělesům	[31]
Obrázek 22 – Průtokový diagram výrobce KORADO k trubkovým otopným tělesům	[32]
Obrázek 23 – Akumulační nádrž Dražice – technický list výrobce	[33]
Obrázek 24 – Negativní zásobník IVT FW – technický list výrobce	[34]
Obrázek 25 – elektrická topná jednotka – Dražice	[35]
Obrázek 26 – tepelné čerpadlo HELIOTHERM SOLID M	[36]
Obrázek 27 – technická data k tepelnému čerpadlu HELIOTHERM SOLID M	[36]
Obrázek 28 – technický list rozdělovače/sběrače od výrobce	[37]
Obrázek 29 – oběhové čerpadlo WILLO YONOS PICO-Z 15/1-4	[38]
Obrázek 30 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130	[38]
Obrázek 31 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA2 25-40 130	[38]
Obrázek 32 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA 25-40 130	[38]
Obrázek 33 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-40	[38]
Obrázek 34 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-40	[38]
Obrázek 35 – oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 25-60	[38]

Obrázek 36 – expanzní nádoba Regulus typ HS200	[39]
Obrázek 37 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
Obrázek 38 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
Obrázek 39 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
Obrázek 40 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
Obrázek 41 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
Obrázek 42 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
Obrázek 43 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
Obrázek 44 – návrh izolace potrubí tzb.info DN	[40]
 Tabulka 1 – dosažitelné teploty zdrojů	 [2]
Tabulka 2 – topný výkon TČ vůči venkovní teplotě	[36]

SEZNAM PŘÍLOH

Výkres č.1.02 – Půdorys 1NP

Výkres č.1.02 – Půdorys 2NP

Výkres č.1.03 – Schéma zapojení otopných těles

Výkres č.1.04 – Půdorys kotelny

Výkres č.1.05 – Schéma zapojení zdroje tepla

Výkres č.1.06 – Detail odvodu kondenzátu