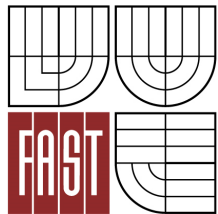




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

APLIKACE ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ PENZIONU PRO DŮCHODCE

APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES FOR HEATING OF THE HOME FOR THE ELDERLY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVLÍNA ŠICOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LUCIE HOŘÍNKOVÁ

BRNO 2013



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 Pavlína Šicová

Název Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Vedoucí bakalářské práce Ing. Lucie Hořínková

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2012

Datum odevzdání bakalářské práce 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, 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

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
 - výpočet tepelného výkonu,
 - energetický štítek obálky budovy,
 - návrh otopných ploch,
 - návrh zdroje tepla,
 - návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
 - dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
 - návrh zabezpečovacího zařízení,
 - návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
 - roční potřeba tepla a paliva
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

Předepsané přílohy

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá aplikací alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce. V teoretické části práce jsem se zaměřila na solární systémy. V projektu je řešen tepelný výkon otopné soustavy, návrh otopných ploch a rozvodů, včetně dimenzování, návrh zdroje tepla a příprava teplé vody.

Abstract

This thesis deals with the application of alternative energy sources for heating of the home for the elderly. In the theoretical part I focused on solar systems. The project is dealing with calculation of the design heat load, design of heating surfaces and distribution system, dimensioning included, design of heat source and hot water preparation.

Klíčová slova

Alternativní a obnovitelné zdroje energie, tepelné ztráty, vytápění, desková otopná tělesa, podlahové vytápění, tepelná čerpadla, solární kolektory, příprava teplé vody.

Keywords

Alternative and renewable sources of energy, heat loss, heating, panel radiators, underfloor heating, heat pumps, solar collectors, hot water preparation.

Bibliografická citace VKŠP

ŠICOVÁ, Pavlína. Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce. Brno 2013. 167 s, 1 s příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Lucie Hořínková.

Prohlášení

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2013

.....

podpis autora

Pavλίna Šicová

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 21.5.2013

.....
podpis autora

Pavλίna Šicová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat zejména vedoucí své bakalářské práce, Ing. Lucii Hořínkové, za čas, který mi věnovala a za cenné rady, které mi pomohly práci vypracovat.

OBSAH

ÚVOD	14
A) TEORETICKÁ ČÁST	15
1 SOLÁRNÍ STÉMY	16
1.1 AKTIVNÍ SOLÁRNÍ SYSTÉMY	17
1.1.1 ROZDĚLENÍ SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ	20
1.1.2 PROBLEMATIKA STAGNACE SOLÁRNÍCH SOUSTAV.....	23
1.1.3 ROZDĚLENÍ SOLÁRNÍCH SOUSTAV PODLE PRŮTOKU	26
1.2 PASIVNÍ SOLÁRNÍ SYSTÉMY	28
1.2.1 PŘÍMÉ PASIVNÍ SOLÁRNÍ SYSTÉMY	29
1.2.2 NEPŘÍMÉ PASIVNÍ SOLÁRNÍ SYSTÉMY	29
1.3 ZÁVĚR	31
B) VÝPOČTOVÁ ČÁST	32
1 ANALÝZA OBJEKTU	33
2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU	35
2.1 VÝPOČET SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ.....	35
2.2 STANOVENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ.....	44
3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	61
4 NÁVRH VYTÁPĚNÍ OBJEKTU	65
4.1 ROZDĚLENÍ MÍSTNOSTÍ PODLE ZPŮSOBU VYTÁPĚNÍ	65
4.2 NÁVRH DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES.....	69
4.2.1 NÁVRH DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES	70
4.2.2 NÁVRH ELEKTRICKÝCH PŘÍMOTOPNÝCH TĚLES	72
4.2.3 DIMENZOVÁNÍ POTRUBNÍCH ROZVODŮ K DESKOVÝM OTOPNÝM TĚLESŮM	72
4.2.4 IZOLACE POTRUBÍ.....	75
4.3 NÁVRH PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ	82
4.3.1 NÁVRH OKRUHŮ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ	83
4.3.2 DIMENZOVÁNÍ OKRUHŮ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ.....	88
4.3.3 IZOLACE POTRUBÍ OD PODLAŽNÍCH R+S K DÍLČÍM R+S	98
5 NÁVRH ROZDĚLOVAČŮ A SBĚRAČŮ PRO JEDNOTLIVÉ VĚTVE	101
5.1 HLAVNÍ ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ	101
5.2 PODLAŽNÍ ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE.....	102
5.3 DÍLČÍ ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE.....	102
5.4 DIMENZOVÁNÍ ROZVODŮ OD HLAVNÍHO K PODLAŽNÍM R+S	104
5.5 TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ.....	107

6 NÁVRH ZDROJE TEPLA	109
6.1 ZDROJ TEPLA	109
6.2 NÁVRH HLOUBKY VRTU.....	111
6.3 ZÁVISLOST TEPLoty TOPNÉ VODY NA VENKOVNÍ TEPLOTĚ	112
6.4 VYROVNÁVACÍ ZÁSOBNÍK	113
6.5 DIMENZOvání POTRUBÍ V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI.....	113
6.6 TEPelnÁ IZOLACE POTRUBÍ V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	114
7 NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ.....	115
8 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL PRO TOPNOU VODU	115
9 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ PRO TOPNOU VODU.....	120
9.1 EXPANZNÍ NÁDOBA	120
9.2 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU	121
10 NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY	123
10.1 STANOVENÍ POTŘEBY TEPLÉ VODY	123
10.2 NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ	125
10.3 DIMENZOvání POTRUBNÍCH ROZVODŮ SOLÁRNÍ SOUSTAVY.....	130
10.3.1 IZOLACE POTRUBNÍCH ROZVODŮ.....	131
10.4 NÁVRH DESKOVÉHO VÝMĚNÍKU	131
10.5 NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA	132
10.6 NÁVRH POJISTNÉHO ZAŘÍZENÍ PRO SOLÁRNÍ OKRUH.....	134
10.6.1 EXPANZNÍ NÁDOBA	134
10.6.2 POJISTNÝ VENTIL.....	136
11 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ OBJEKTU DLE ČSN EN ISO 13 790 (2009) – ENB.....	138
12 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	140
C) PROJEKT	148
1 TECHNICKÁ ZPRÁVA	149
ZÁVĚR	162
POUŽITÉ ZDROJE	163
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ.....	165
SEZNAM OBRÁZKŮ	165
SEZNAM TABULEK.....	166

SEZNAM GRAFŮ	167
SEZNAM PŘÍLOH.....	167
SEZNAM VÝKRESŮ.....	167

ÚVOD

Tato bakalářská práce nese název „Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce“. Jako hlavní zdroj tepla pro vytápění jsem zvolila tepelné čerpadlo země/voda, které bude provozováno paralelně bivalentním způsobem a doplňkovým zdrojem je navržen elektrokotel. Příprava TV bude řešena pomocí solárních kolektorů s doplňkovým zdrojem, kterým budou elektrické patrony. Objekt je navržen tak, aby nebylo potřeba provádět plynovou přípojku. V objektu bude navrženo podlahové vytápění a desková otopná tělesa.

Toto zadání mne zaujalo hlavně proto, že se stále zvyšují požadavky na využívání obnovitelných zdrojů energie, což je zapříčiněno zejména přijetím směrnice 20 – 20 – 20. Proto chci navrhnout systémy využívající OZE do objektu většího formátu, kterým je zadání mé práce. V závěru uvedu stručné ekonomické hodnocení.

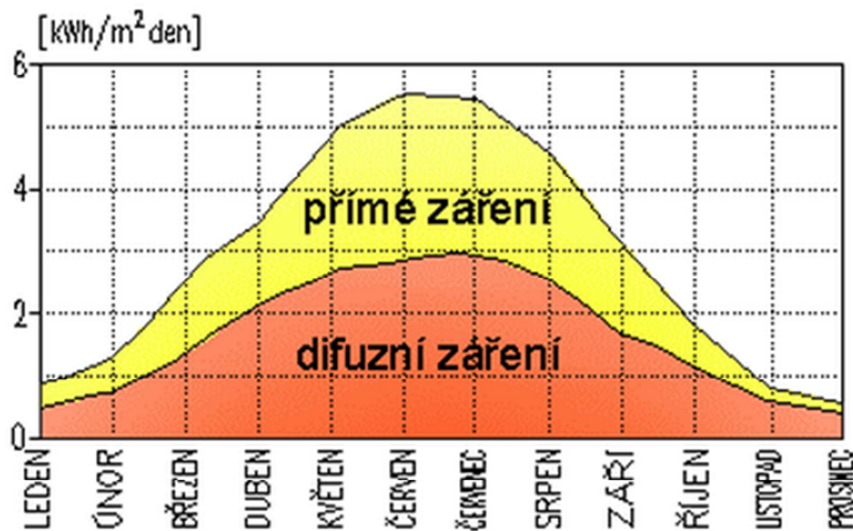
A) TEORETICKÁ ČÁST

1 SOLÁRNÍ STÉMY

Solární systémy jsou jednou z variant využití energie z obnovitelných zdrojů. Využívají přeměny sluneční energie dopadající na Zemi ve formě záření na energii tepelnou, elektrickou a mechanickou. Ve své práci se budu dále zabývat přeměnou sluneční energie na energii tepelnou.

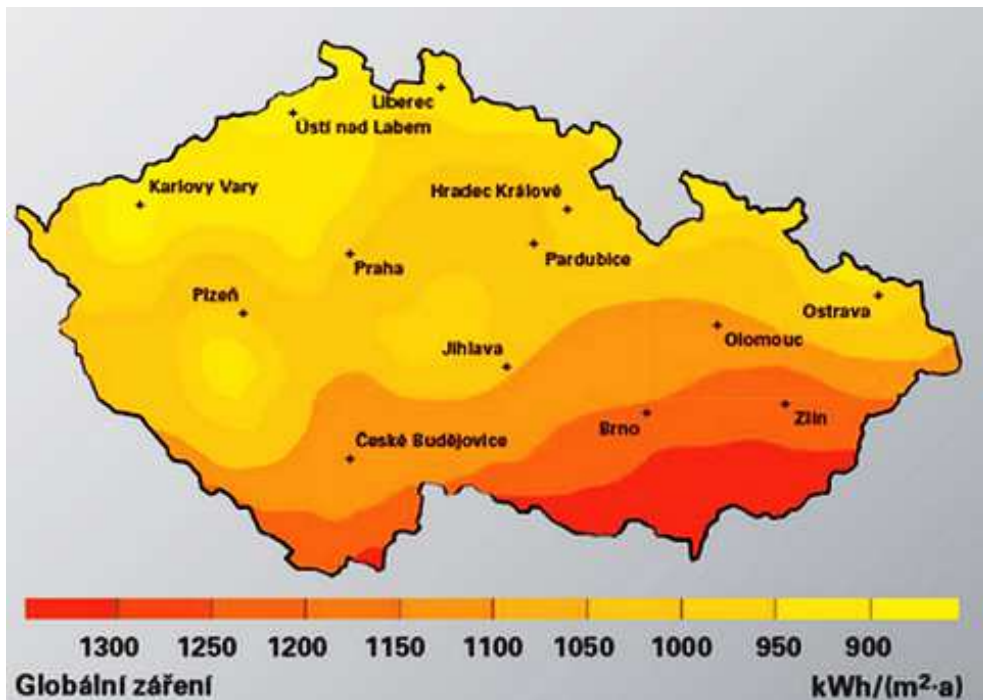
Pro tuto přeměnu se využívají fototermické systémy. Tyto systémy jsou závislé na energii slunečního záření, jejíž přívod je v čase značně nerovnoměrný. V letních měsících je sluneční energie obvykle nadbytek, v zimních měsících naopak nedostatek. Teoretická doba slunečního svitu za den se v našich podmínkách pohybuje v průměru pro letní měsíce okolo 15 hodin, v zimních měsících okolo 8 hodin a v přechodném období okolo 12 hodin. Ovšem musíme brát v úvahu i vliv oblačnosti, který může tuto dobu zkracovat. Globální sluneční záření se skládá z přímého a difuzního záření. Přímé sluneční záření dopadá při jasné a bezmračné obloze na Zemi, aniž by změnilo směr. Difuzní sluneční záření vzniká v atmosféře rozptýlením přímého slunečního záření v mracích a mlze a odražením přímého záření od okolních ploch.

Obrázek 1.1: Globální sluneční záření [1]



[25]

Obrázek 1.2: Globální záření na území České Republiky [2]



Z uvedené mapy lze poznat, že průměrný úhrn slunečního záření je nejvyšší na Jižní Moravě a naopak nejnižších hodnot je dosaženo na severozápadě území České Republiky.

1.1 Aktivní solární systémy

Aktivní solární systémy jsou takové systémy, jež pracují ve spojení s jiným zařízením, jako je například solární kolektor, a potřebují pro svůj provoz zařízení k přenosu tepla.

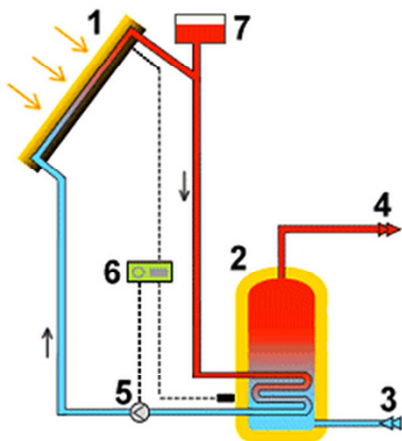
Hlavními prvky solárního systému jsou: solární kolektory, potrubí, tepelné výměníky, zásobníky, oběhová čerpadla, expanzní nádoby, pojišťovací ventily a jiné armatury.

Kolektor je prvkem solárního systému, který zachycuje a přeměňuje sluneční záření na teplo a to pak pomocí teplonosné kapaliny přenáší k výměníku pro další využití. Kolektory se vyrábí ve více provedeních se snahou o co nejvyšší absorpci a co nejnižší ztrátu tepla do okolí – emisivitu. [24]

Ideální je umístění kolektoru s orientací k jihu, případně s mírným odklonem (do 15°) k západu či východu. Při vyšším odklonu od jihu značně klesá střední intenzita slunečního záření a tím klesá i celková účinnost solárního kolektoru.

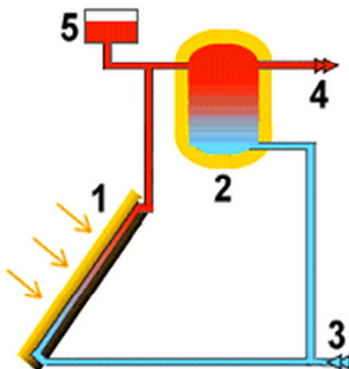
Sluneční záření je zachycováno absorpční plochou solárních kolektorů. Zachycená energie je předávána teplotosné látce, kolující v solárním okruhu. Teplotosnou látkou v solárním okruhu může být nemrznoucí směs nebo voda. Pro celoroční provoz systému se využívá dvouokruhový systém a jako teplotosná látka je zde použita kapalina na bázi glykolu, pro sezónní provoz lze využít jednookruhový systém a jako teplotosnou látku vodu.

Obrázek 1.3 : Dvouokruhový systém [3]



1. solární kolektor
2. tepelný výměník
3. přívod studené vody
4. odběr teplé vody
5. oběhové čerpadlo
6. automatická regulace
7. expanzní nádoba

Obrázek 1.4: Jednookruhový systém [3]



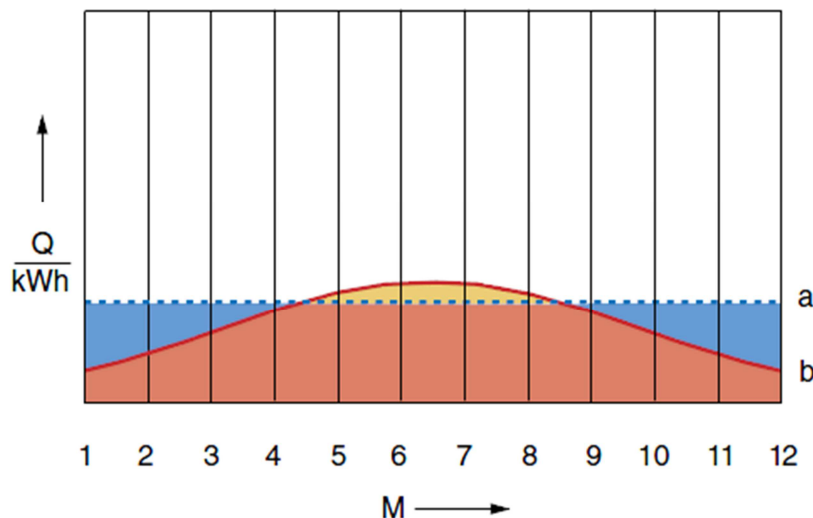
1. solární kolektor
2. zásobník teplé vody
3. přívod studené vody
4. odběr teplé vody
5. expanzní nádoba

Zachycená energie ve formě tepla se akumuluje nejčastěji ve vodě, výjimečně v tuhé hmotě, například náplni z oblázků, tato akumulace je vhodná především ve spojení se vzduchovými kolektory. Zásobník tepla tvoří most mezi okruhem solárních kolektorů a uživatelským okruhem tvořeným spotřebiči. Provoz solární soustavy může být monovalentní nebo kombinovaný, tj. bivalentní popřípadě trivalentní.

V našich podmínkách se solární kolektory dobře uplatní pro sezónní přípravu teplé vody či ohřev bazénové vody. Při sezónní přípravě teplé vody lze využít monovalentní způsob provozu solárních kolektorů. Kolektory jsou při správném návrhu schopny pokrýt potřebu tepla pro přípravu teplé vody v období od dubna do září, což je výhodné zejména pro objekty vytápěné kotlem na štěpku, pelety či jiná tuhá paliva s přípravou teplé vody. Není potom nutné instalovat další zdroj tepla pro přípravu teplé vody mimo topnou sezónu.

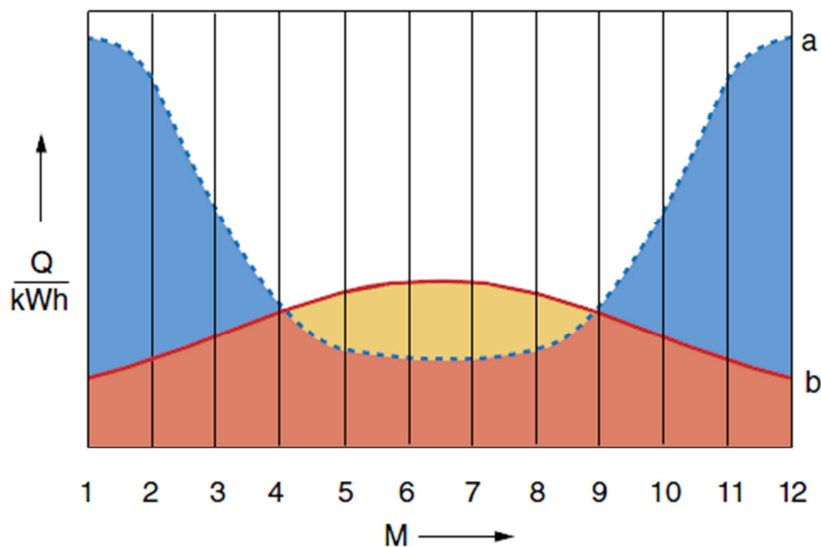
Pro celoroční přípravu teplé vody je nutno uvažovat s bivalentním provozem solárních kolektorů, tj. s dalším zdrojem tepla pro zimní měsíce, kdy je účinnost solárních kolektorů nízká. Vhodné je doplnit soustavu o akumulční zásobník. V případě celoroční přípravy TV je nutné navrhovat větší plochy solárních kolektorů, což vede k přebytku energie v letních měsících. Ideální pro tento případ je svislé umístění kolektorů, například na fasádu, protože v zimních měsících, kdy je slunce níže nad obzorem budou mít vyšší účinnost a v letních měsících, kdy je slunce vysoko nad obzorem, naopak nižší účinnost.

Obrázek 1.5: Zisky solárního systému v porovnání s potřebou energie pro přípravu teplé vody [5]



Solární kolektory lze použít i pro vytápění objektu, případně pro kombinaci přípravy teplé vody a vytápění. Tato varianta se mi však zdá poněkud nešťastná, jelikož největší potřeba tepla pro vytápění nastává v zimních měsících, kdy je účinnost solárních kolektorů zanedbatelná a je tedy potřeba zabezpečit dostatek tepla jiným zdrojem. Navíc dochází ke značnému předdimenzování solární soustavy. V důsledku předdimenzování dochází v letních měsících k časté stagnaci kolektorů. Takže investice do zvýšeného počtu kolektorů je zbytečná.

Obrázek 1.6: Zisky solárního systému v porovnání s potřebou na přípravu teplé vody+vytápění [5]

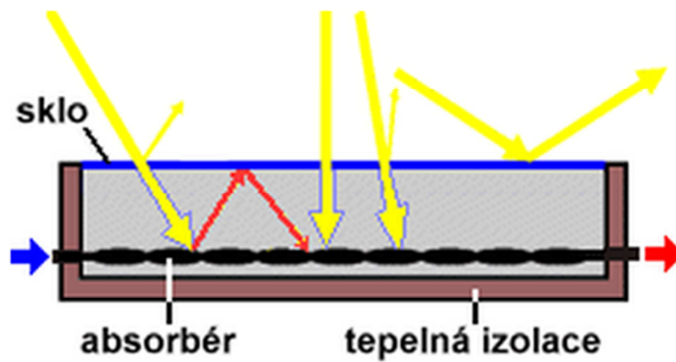


1.1.1 Rozdělení solárních kolektorů

Ploché kapalinový kolektor se selektivní vrstvou

Patří mezi nejpoužívanější typy kolektorů. Skládá se z několika základních prvků, kterými jsou absorber, skříň, izolace a krycí sklo. Sluneční záření dopadá přes krycí sklo na absorber. Absorbér je vyrobený z hliníkového či měděného plechu, k tomuto plechu jsou připájeny měděné trubice, v nichž koluje teplotonosná látka. Absorbér může být opatřen selektivním spektrálním nátěrem, který umožňuje využití rozptýleného slunečního záření. Skříň kolektoru je vyrobená z kovu či plastu a tvoří ochranu schránku kolektoru. Slouží pro uchycení na konstrukci. Nedílnou součástí kolektoru je izolace, která brání únikům tepla přes skříň kolektoru. Používají se izolace z minerální vlny a z polyuretanu. Krycí sklo je horní viditelná část kolektoru. Prochází jím sluneční záření k absorberu. Díky němu vzniká uvnitř kolektoru skleníkový efekt a tím je zvyšována účinnost kolektoru.

Obrázek 1.7: Řez plochým kapalinovým kolektorem [4]



Plochý vakuovaný kolektor se selektivní vrstvou

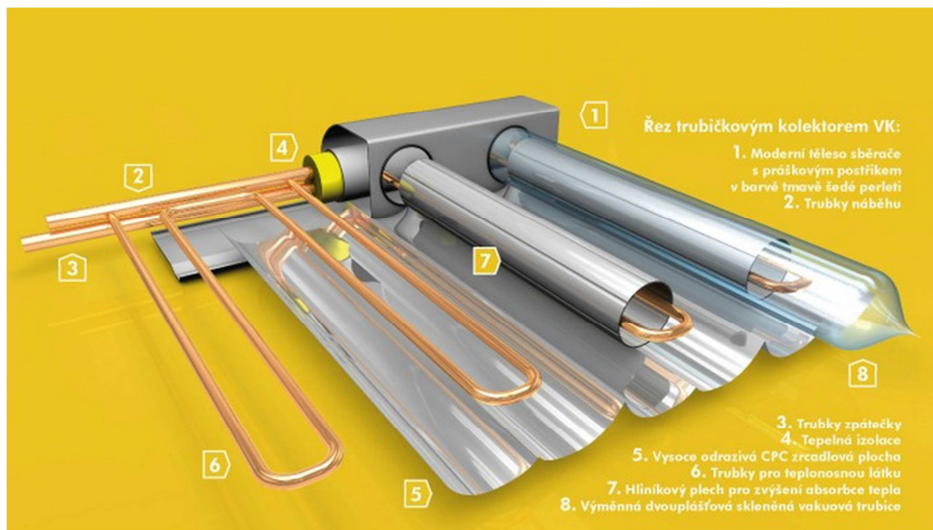
Konstrukcí se podobá plochému kapalinovému kolektoru, avšak místo izolace je zde použito vakuum. Tím ji snížena možnost vzniku koroze na absorbéru a zajištěna vyšší účinnost v zimních měsících.

Trubicový vakuový kolektor

Základními částmi kolektoru jsou těleso rozdělovače a sběrače, trubice, absorbér, trubky teplonosné látky, tepelná izolace, odrazivá plocha, plech. Trubicové vakuové kolektory mohou být s jednou tepelnou trubicí nebo protékané s U smyčkou. Mají vyšší účinnosti v zimních měsících oproti plochým deskovým kolektorům a využívají se v systémech s požadavkem na vyšší teploty. Pracují s provozními teplotami okolo 90 °C. Jsou tedy vhodné pro vytápění, ale méně vhodné pro přípravu teplé vody.

Pokud je v kolektoru jedna tepelná trubice, teplonosná kapalina cirkuluje pouze v samotném rozdělovači a sběrači. Trubice je výparníkem, kondenzátor je ponořený v teplonosné kapalině. Výhoda tohoto provedení je snadná výměna trubice. U varianty s U smyčkou teplonosná kapalina cirkuluje i v tepelné trubicí.

Obrázek 1.8: Trubicový vakuový kolektor [6]



Vakuový trubicový kolektor s přímým prouděním (Sydney kolektor)

U tohoto typu solárních kolektorů je teplotonosná látka vedena dvěma do sebe zapuštěnými trubicemi nebo je přiváděna ke spodní části skleněného pístu, odkud se vrací protiproudem. Teplotonosná látka odebírá teplo z absorberu s vysokou selektivitou. Kolektor se skládá ze dvou skleněných trubek, přičemž prostor mezi těmito trubkami je vyplněn vakuem. Vnitřní skleněná trubka je opatřena selektivní vrstvou a má funkci absorberu, vnější skleněná trubka má pouze krycí funkci.

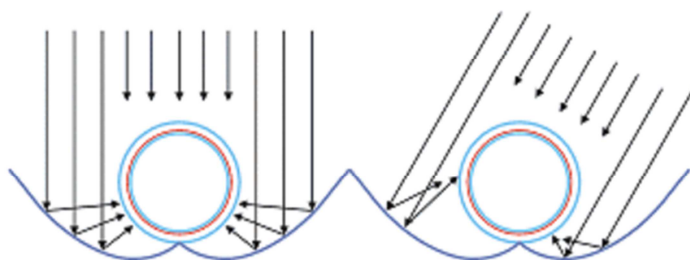
Vakuový trubicový kolektor s tepelnou trubicí

Tento typ kolektoru využívá k přeměně energie ze slunečního záření na tepelnou energii změnu skupenství, čímž zvyšuje účinnost prvku o kondenzační teplo. Konstrukce kolektoru je mírně odlišná od předchozích. Absorbér s teplotonosnou trubicí je umístěn uvnitř vakuové trubice. Za absorberem se nachází další trubice, naplněná teplotonosnou látkou, která má nízkou teplotu vypařování (metanol). Při ozáření se tato trubice zahřeje, teplotonosná látka v ní změní skupenství na plynné a v horní části předá teplo teplotonosné kapalině kolující v solárním systému. Při tom se teplotonosná látka (metanol) ochladí a kondenzát opět steče do spodní části a celý proces se opakuje. Tento typ kolektoru musí být umístěn ve svislé nebo šikmé poloze.

Koncentrační kolektor

Jedná se o některou z variant trubicových vakuových kolektorů doplněnou o optické prvky, jako například reflektory (zrcadla) nebo refraktory (optické čočky). Tyto prvky slouží k usměrnění slunečního záření procházejícího k absorberu, který má u těchto typů kolektorů výrazně menší plochu než je plocha apertury. Díky optickým prvkům dochází ke snížení potřebné plochy solárních kolektorů.

Obrázek 1.9: Složený parabolický efekt koncentračního kolektoru [7]



Plochý nekrytý kolektor

Obvykle v podobě plastové rohože bez zasklení. Vhodný pouze pro přehřívání bazénové vody v letních měsících. Vzhledem k tomu, že není nijak izolován, dochází k velkým tepelným ztrátám.

Plochý kapalinový kolektor bez selektivní vrstvy

Deskový kolektor se skleněnou krycí vrstvou, kovovým absorberem s neselektivním povlakem. Vzhledem k velkým ztrátám vlivem sálání absorberu jsou vhodné pro ohřev bazénové vody, výrobci udávají jejich vhodnost pro sezónní přípravu teplé vody.

1.1.2 Problematika stagnace solárních soustav

Pokud je solární systém využíván pouze pro sezónní přípravu teplé vody či k ohřevu bazénové vody, je obvykle navrhnout na pokrytí potřeby tepla v letních měsících a se stagnací u těchto systémů nebývá problém. Pokud se od systému vyžaduje celoroční účinnost, dochází k jeho předimenzování, jelikož se očekává pokrytí potřeby energie pro přípravu teplé vody, přitápění či jejich kombinace již od měsíce března. V tomto období je průměrná doba slunečního svitu poměrně krátká a střední intenzita

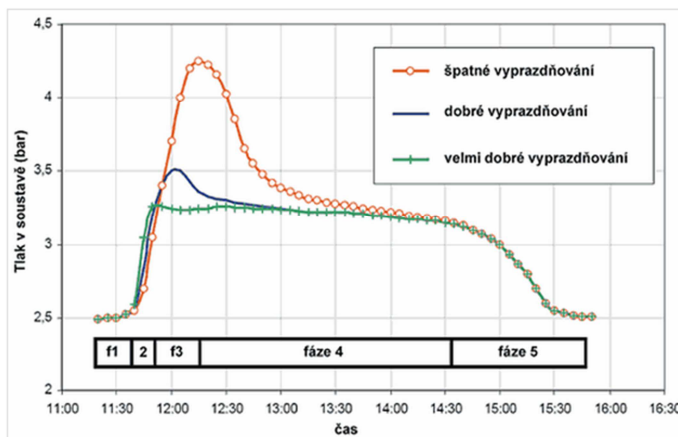
slunečního záření malá. Z tohoto důvodu jsou navrhovány větší počty solárních kolektorů, které jsou již schopny zajistit potřebné množství tepelné energie. Vzhledem k tomu, že potřeba energie pro přípravu teplé vody je u objektů obvykle po celý rok stejná, ale účinnost solárního systému se s ročním obdobím mění, přičemž nejvyšší účinnost je v letních měsících. V tomto období solární systém vyrábí velké množství energie navíc. Pokud nejsou tyto přebytky využity, například pro ohřev bazénové vody, dochází k přehřívání kolektorů a následně k varu teplotnosné látky, její přeměně v páru a tato pára potom proniká do zbytku soustavy. Tento jev je nazýván stagnací.

Vznik stagnace závisí na stagnační teplotě, která se dá změřit nebo odečíst z křivky účinnosti kolektoru.

Chování solárního kolektoru při stagnaci

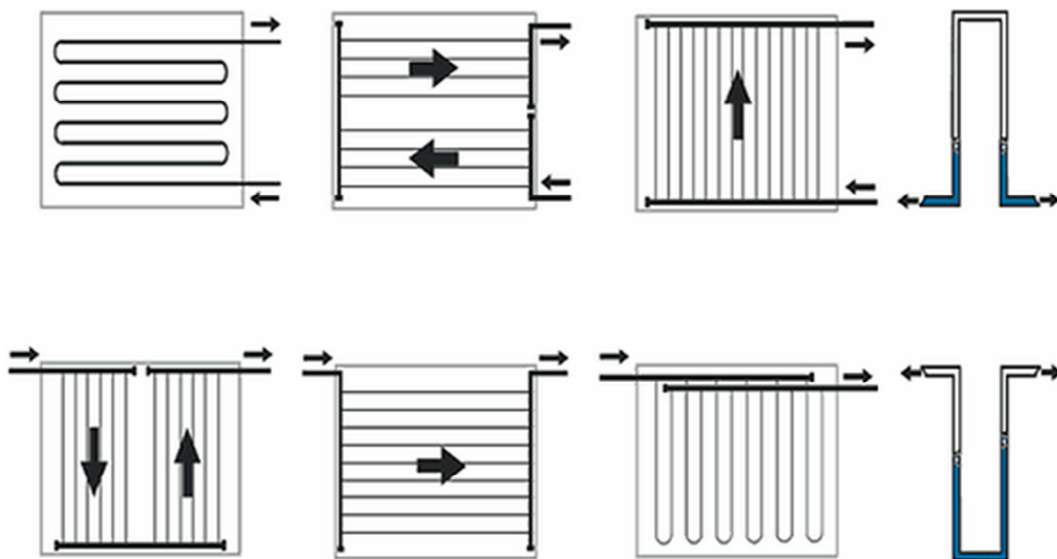
Procesy odehrávající se při stagnaci v solární soustavě lze obecně rozdělit do několika fází. Kapalina se vlivem zvýšené teploty nejprve roztahuje (fáze 1), při dosažení bodu varu se začínají objevovat první bubliny, tvoří se sytá pára, která vytlačuje kapalinu z kolektorů (fáze 2). Zbylá kapalina v kolektoru se dále odpařuje a kolektor je vyplňován sytou párou teplotnosné látky (fáze 3). Tato fáze přeměny skupenství teplotnosné látky se vyznačuje vysokým odvodem tepla z kolektoru do okolí a vlivem postupného pronikání páry i do rozvodů soustavy. Další přehřívání kolektoru vysušuje kolektor a objem páry v soustavě může dokonce klesnout (částečně se stáhnout do kolektoru), přestože příjem energie slunečního záření trvá (fáze 4). Tento stav může být stabilní po dlouhou dobu. Poklesem dopadajícího slunečního záření klesá teplota v kolektoru pod bod varu, teplotnosná látka ve formě páry kondenzuje a kapalina opět vyplní kolektor (fáze 5). [8]

Obrázek 1.10: Průběh stagnace v soustavě kolektorů s různými vyprazdňovacími schopnostmi [8]



Z předchozího obrázku vyplývá, jak velká je závislost stagnace na schopnosti vyprazdňování kolektoru. Špatná vyprazdňovací schopnost spočívá v omezení vytlačování páry z kolektoru. Závisí obzvlášť na hydraulickém zapojení absorbéru.

Obrázek 1.11: Zapojení absorbéru, dobré vyprazdňovací vlastnosti – obrázky nahoře, špatné – obrázky dole [9]



Na vyprazdňování kolektoru má vliv správné nadimenzování expanzní nádoby. Pokud je expanzní nádoba navržena správně, nedojde při běžné stagnaci k otevření pojistného ventilu a tím k úniku teplotnosné látky ze solárního systému. Únikem teplotnosné látky ze systému je ohrožena hlavně tepelná izolace solárních rozvodů, zde je nutné použít materiály s vnější ochranou folií. Důležité je také umístění polohy zpětné klapky tak, aby nebránila vstupu par do expanzní nádoby.

Teplonosné látky na bázi glykolu, jež jsou obvykle používány, mohou při dlouhodobém působení vysokých teplot (nad 130 °C) podléhat degradaci. Pro soustavu, v níž je pravděpodobný vznik stagnace, je vhodné použít teplonosnou látku odolnou vůči vysokým teplotám.

Omezení vzniku stagnace lze také do jisté míry ovlivnit volbou sklonu solárního kolektoru. Je vhodné zvolit vyšší sklon pro eliminaci vzniku přebytků energie.

[8]

1.1.3 Rozdělení solárních soustav podle průtoku

Základní je rozdělení na soustavy s nízkým průtokem, vysokým průtokem a přizpůsobivým průtokem

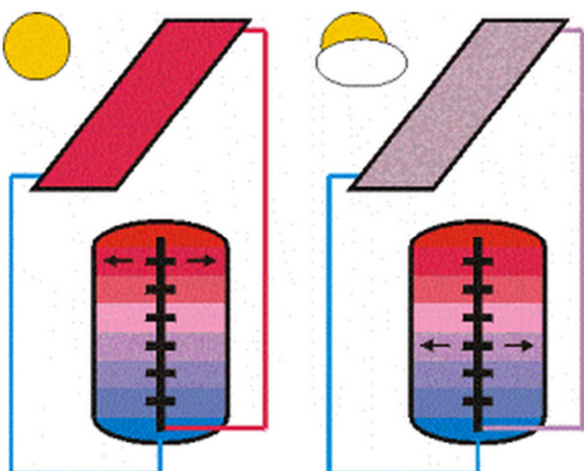
Soustavy s nízkým průtokem Low - Flow

Varianta je vhodná obzvláště pro velkoplošné systémy. Průtok teplonosné látky se u tohoto systému pohybuje v rozmezí 8 – 15 l/h.m² kolektorové plochy. Pro tento systém je význačné sériové zapojení kolektorů v kolektorových polích. Dochází ke značnému zvýšení teploty v kolektoru a tím k rychlejší přípravě teplé či topné vody v zásobníku. Dimenze potrubních rozvodů soustavy jsou oproti soustavám s vysokým průtokem menší. Tím pádem mohou být také použity menší tloušťky tepelných izolací potrubí za současného splnění požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla. Také tlakové ztráty jsou menší. Takže celkově by tento systém měl vést k materiálovým i finančním úsporám. Na druhou stranu je ale nutné pro správné fungování takového systému použít veškeré prvky pro tento účel vyrobené. U tohoto systému je vyšší riziko vzniku stagnace než u systémů pracujících s vysokými průtoky.

Celý systém pracuje při vyšších teplotách s horšími účinnostmi kolektorů. Tomu se dá předejít použitím zařízení, která budou udržovat teplotu teplonosné látky na vstupu do kolektoru na nižších hodnotách. Jsou to zejména vnější deskové výměníky. Pro tento způsob provozu je také dobré použít akumulční zásobníky se stratifikací – ukládáním tepla do vrstev. Díky tomu je vždy v nejvyšší vrstvě k dispozici teplá voda i v průběhu ohřívání zásobníku. Stratifikace je buď přirozená nebo řízená. U přirozené stratifikace se použijí vysoké štíhlé zásobníky a ukládání probíhá na základě rozdílných hustot teplé

a studené vody. Je však nutné dodržet nízkou rychlost proudění kapaliny, aby nedošlo k promíchání. U řízené stratifikace je použito ventilů, které se otevírají do příslušné vrstvy dle teploty teploty nosné látky. Je možné použít i zásobníky obsahující solární výměník, zde je nutné pohlídat dostatečnou teplosměnnou plochu.

Obrázek 1.12: Zjednodušený princip stratifikace [10]



Soustavy s vysokým průtokem High - Flow

Jde o standartní systém provozu solárních soustav, který vznikl již v 70. letech minulého století. Tyto soustavy mají průtok teploty nosné látky v rozmezí 40 – 70 l/h.m². Jsou vhodné zejména pro malé a střední solární soustavy. Díky vyššímu průtoku teploty nosné látky dochází k větším ztrátám kolektorových polí a celé potrubní soustavy. Vycházejí také větší dimenze potrubních rozvodů, což zvyšuje finanční náročnost celého systému. Na druhou stranu jsou kolektory provozovány s vyšší účinností hned od počátku nabíjení zásobníku. Nabíjení zásobníku je v tomto případě o něco pomalejší než u soustav s nízkým průtokem. Není zde ale potřeba instalovat zařízení v podobě deskových výměníků a stratifikačních zásobníků. Teploty nosná látka může být vedena přímo do teplosměnného hada uvnitř zásobníku na teplou vodu. Zásobník musí být vyroben pro provoz solárního systému stejně jako všechny prvky soustavy.

Soustavy s přizpůsobivým průtokem Matched - Flow

Zde se uplatňuje myšlenka spojit výhody soustav s nízkým průtokem a soustav s vysokým průtokem. Průtok teplotnosné látky se u těchto soustav zpravidla pohybuje v rozmezí 10 – 40 l/h.m². Tento způsob není dlouhodobě ověřený, ale jeho využití je velmi zajímavé. Problém by mohl nastat při kombinaci zařízení vhodných pro různé typy provozu, protože soustavy s nízkými průtoky vyžadují jiné druhy instalovaných prvků než soustavy s vysokými průtoky.

Systém zpětného odvodnění Drain – Back

Tento systém sice nepatří do rozdělení soustav podle průtoku teplotnosné látky, ale zaujal mne, proto jej zde uvádím. Princip systému spočívá v tom, že v době kdy není oběhové čerpadlo v provozu, dojde k vyprázdnění kolektorů. To může nastat třeba v případě nízké intenzity slunečního záření. Výhodou je, že teplotnosnou látkou v systému může být voda, není zde nebezpečí zamrznutí. Není nutné instalovat odvodušňovací ventily, protože vzduch je přítomný v systému. S jeho přítomností však nastává nebezpečí vzniku koroze. Nehrozí zde stagnace, při dosažení teploty varu teplotnosné látky dojde k vypnutí čerpadla a systém se vyprázdní. Namísto membránové expanzní nádoby se používá záchytná nádrž na kapalinu. Provoz těchto systémů není u nás zatím příliš rozšířený, ale v zahraničí se osvědčil.

[10]

1.2 Pasivní solární systémy

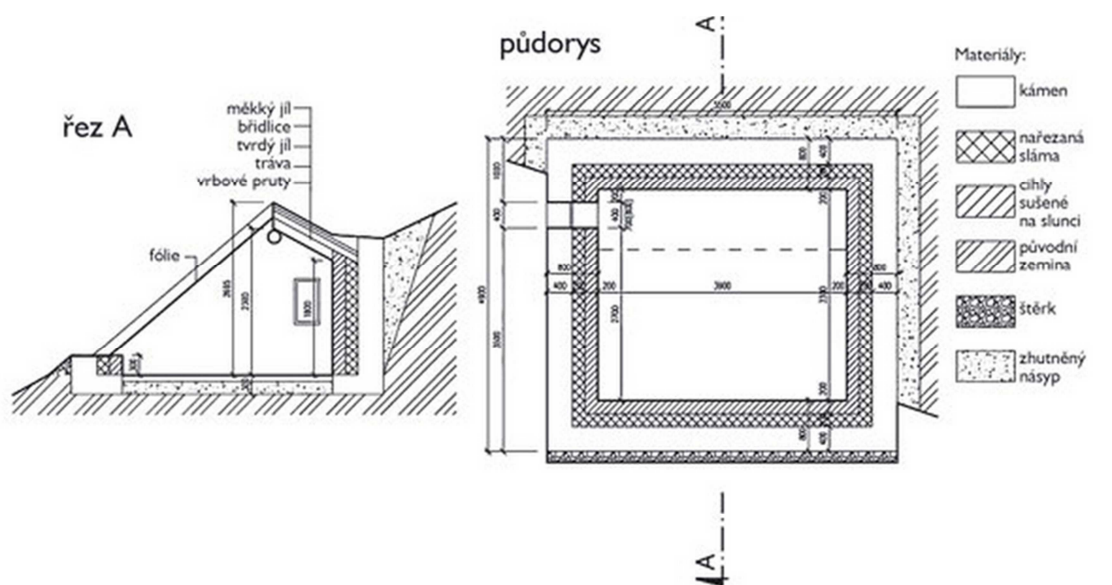
Pasivní solární systémy využívají zachycování sluneční energie samotnou stavbou. Stavba je již v návrhu přizpůsobena prostředí tak, aby v zimě byla schopna co nejvíce využívat sluneční záření k pasivnímu vytápění a v létě naopak eliminovala tepelné zisky. Protože v zimě je slunce nízko nad obzorem a v létě naopak vysoko, jsou vhodné strmé a svislé plochy, úhel 60-90°. Jejich energetická efektivnost spočívá v propustnosti tepelného záření transparentními materiály a na akumulaci tepla. Tím lze dosáhnout úspor na vytápění přímo vlastní stavbou. Objekty, jež využívají v co největší míře sluneční energii svým stavebně technickým řešením, jsou nazývány pasivními heliotechnickými budovami. Pasivní solární systémy se dále dělí na přímé, nepřímé a hybridní.

1.2.1 Přímé pasivní solární systémy

Základním prvkem je svislá prosklená plocha, která se dá v létě chránit před nežádoucími tepelnými zisky předsunutou konstrukcí nebo například markýzou. Přímý pasivní solární systém je součástí každého objektu v podobě oken.

Zajímavým příkladem využití přímého pasivního solárního systému je solární skleník, který vznikl v roce 2006 v indických Himalájích v oblasti Kargyak.

Obrázek 1.13: Solární skleník [11]



1.2.2 Nepřímé pasivní solární systémy

Systémy využívající akumulace tepla v konstrukci.

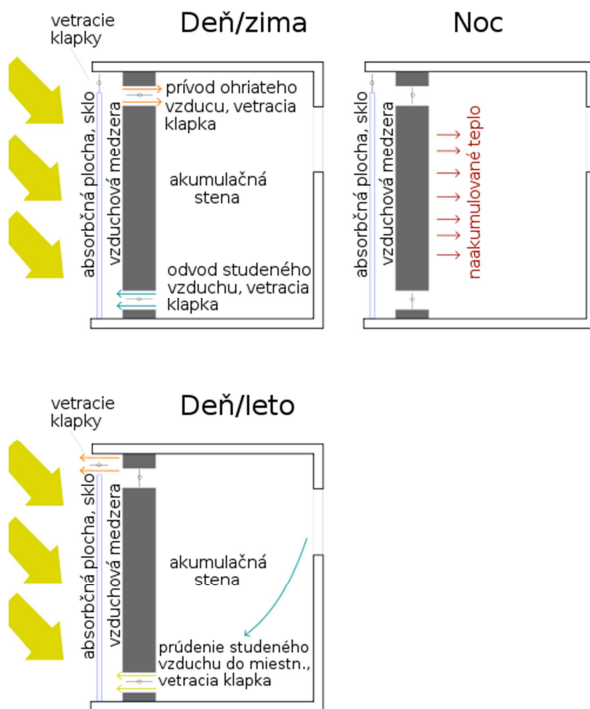
Patří sem: akumulární stěny, energetické fasády, dvojité energetické fasády, energetické střechy, nezasklené solární vzduchové kolektory.

Akumulační solární stěny

Tvoří jeden ze základních prvků nepřímých pasivních solárních systému. Konstrukce je řešena tak, že jižní strana objektu plní funkci kolektoru a zbylé stěny a podlaha jsou tvořeny materiály s vysokou schopností akumulace tepelné energie. Přenos tepla probíhá sáláním.

Na stejném principu pracuje i Trombeho stěna, která je tvořena z masivního materiálu s vysokou tepelnou kapacitou. Před stěnu se umístí prosklená plocha, ideálně s orientací k jihu. Mezi stěnou a prosklenou plochou se nachází vzduchová mezera a ve stěně jsou dva uzavíratelné otvory, u podlahy a u stropu. Teplo se do prostoru šíří sáláním a konvekcí.

Obrázek 1.14: Trombeho stěna [12]



Nezasklený solárni vzduchový kolektor

Tvoří ho trapézový děrovaný plech, umístěn asi 4 cm od zateplené obvodové stěny. Součástí tohoto systému je ventilátor, díky němuž dojde ke vzniku podtlaku mezi stěnou a plechem. Vlivem podtlaku dochází k proudění vzduchu do dutiny přes děrovaný plech a ohřívá se. Ohřátý vzduch stoupá nahoru a je dále rozveden pomocí větracího zařízení. Využitím tohoto systému dochází ke snížení tepelných ztrát v objektu.

Zasklený solárni vzduchový kolektor

Možnost využití je dvojitá. V prvním případě je kolektor tepelně spojen s konstrukcí obvodového pláště budovy. V zimním období přispívá k vytápění objektu, lze použít na celou fasádu objektu. Teplo, které je kolektory zachyceno je pak přiváděno přímo do jednotlivých místností buď sáláním nebo prouděním. V letním období fasáda odvádí část tepelné zátěže pomocí přirozené cirkulace vzduchu za krycím sklem kolektoru.

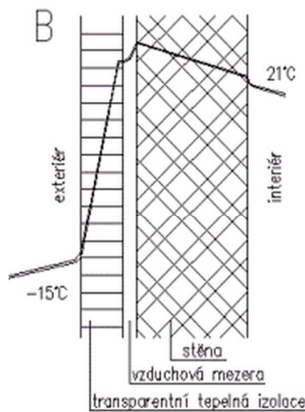
Druhou variantou tohoto systému je zasklený vzduchový kolektor předsazený před zateplenou fasádu. V prostoru mezi kolektorem a fasádou lze umístit stínící prvky nebo otvory pro regulaci vzduchu v dutině.

Tyto prvky je vhodné kombinovat s kolektory zabudovanými do střešní konstrukce.

Transparentní tepelné izolace

Jedná se o materiály, které dobře propouští sluneční záření, ale zároveň mají malé tepelné ztráty. Vyrobené bývají ze skla nebo z plastů. Tyto materiály jsou uvnitř členěny dutinkami, které jsou orientovány kolmo nebo rovnoběžně s konstrukcí. Používají se pro zateplení masivních stěn s dobrou akumulací schopností.

Obrázek 1.15: Průběh teplot ve stěně s transparentní izolací [13]



1.3 Závěr

Sluneční energie je zadarmo a je dostupná. Dopadá na Zemi nepřetržitě formou záření a prochází mnohými přeměnami. Je nezbytná pro zachování života na naší planetě, a člověk se postupem času naučil ji využívat ve svůj prospěch. Její využití jako obnovitelného zdroje energie v systémech technických zařízení budov je široké. Dle mého názoru je vhodné využít sluneční energii lokálně pro konkrétní budovy, pokud je možnost instalovat jednotlivé prvky solárního systému přímo na objekt a není nutné jimi zabírat okolní prostor.

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

1 ANALÝZA OBJEKTU

Projektová dokumentace se týká novostavby penzionu pro seniory s ordinacemi lékařů a lékárnou. V přízemí se nacházejí ordinace, lékárna, garáž, technická místnost a několik bytových jednotek. Ve druhém a třetím nadzemním podlaží se nacházejí bytové jednotky. Každá bytová jednotka je složena z pokoje s kuchyňským koutem, chodbičky a sociálního zařízení. Některé bytové jednotky jsou určeny pro dvě osoby a mají dva pokoje. V každém patře jsou dvě bytové jednotky pro osoby ZTP. Objekt je určen pro pobyt osob nevyžadujících trvalou péči.

Objekt bude umístěn v Uherském Ostrohu, p.č. 63/4. Klimatická oblast I, budova je nechráněná, stojící na pozemku samostatně. Objekt bude využíván celoročně, proto je vytápění objektu uvažováno jako nepřerušované.

Objekt je navržen jako třípodlažní, bez podsklepení, střecha nad částí objektu plochá jednoplášťová, nad vstupní částí sedlová. Půdorys objektu je tvaru písmene U. Obvodové svíslé konstrukce jsou zděné z tvárnic Heluz STI 30 zateplené kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací Isover TF PROFI tloušťky 140 mm. Otvorové výplně jsou navrženy jako plastové s izolačním dvojsklem. Podlaha k zemině je tvořená nášlapnou vrstvou z keramických dlaždic, roznášecí betonovou vrstvou, tepelnou izolací Isover EPS Grey 150 tloušťky 180 mm, hydroizolační vrstvou a podkladním betonem. Střešní konstrukce je tvořena nosnou železobetonovou konstrukcí, tepelnou izolací Isover EPS 200S v celkové tloušťce 280 mm, hydroizolací a násypem z kačírku. Strop pod nevytápěnou půdou se střechem bez tepelné izolace má stejnou skladbu jako plochá střecha.

Objekt je navržen tak, aby splňoval tepelnou pohodu v interiéru. Výpočet tepelných ztrát byl proveden podle ČNS EN 12 831 – Tepelné soustavy v budovách. Teploty v interiéru byly uvažovány 20 °C pro obytné části, 24 °C pro ordinace lékařů a 15 °C pro chodby. Venkovní výpočtová teplota pro danou oblast byla stanovena na -12 °C.

Větrání objektu bude přirozené, pouze koupelny a sociální zařízení u ordinací bude odvětráno pomocí axiálních ventilátorů.

Objekt bude vytápěn pomocí dvojice tepelných čerpadel v paralelně bivalentním provozu s elektrokotlem. Systém bude obsahovat vyrovnávací nádrž pro hydraulické

oddělení tepelných čerpadel a otopných větví. V obytných místnostech, ordinacích a lékárně je navrženo podlahové vytápění a ve společných prostorách objektu, jako jsou chodby, kolárna, úklidová místnost, garáž a technická místnost jsou navržena desková otopná tělesa. V technické místnosti bude umístěn hlavní kombinovaný rozdělovač a sběrač, z něhož budou vedeny jednotlivé větve podlahového vytápění a deskových otopných těles.

Teplá voda bude připravována pomocí solárních kolektorů umístěných na ploché střeše objektu. V době malé účinnosti solárních kolektorů bude teplá voda dohřívána pomocí elektrických patron instalovaných v zásobnících teplé vody.

2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU

2.1 Výpočet součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Výpočet byl proveden pomocí výpočetního programu Protech, TOB.

Tepebný odpor, teplota rosného bodu a průběh kondenzace.

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008

1 SO1 - skladba pro variantu 1 - stávající stav

Stěna - vnější

Poznámka:
stěna obvodová

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $p_{di} = 1\,368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\,487 \text{ Pa}$

$\theta_{se} = -12,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_{se} = 83,4 \%$ $R_{se} = 0,040 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $p_{dse} = 181 \text{ Pa}$ $p''_{dse} = 217 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	1,0	2,2
2	499g-001		STI 30	620	1 000,0	5,0	1,000	0,104	0,104	0,00		1,0	2,2
3	631b-049		Isover TF PROFI	140	800,0	1,0	1,000	0,036	0,036	0,00		1,0	2,2
4	104a-028	2.2.7	ETICS-omítka silikátová*	1 600		13,0	1,000	0,800	0,800	0,00	0,100	1,0	3,0

Z_{TM} - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvedmi, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	V _r	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	0,990	0,010	20,4	19,0	1,01	1 368
2	499g-001	STI 30	Z vr.	300,00	0,104	0,104	2,910	20,3	5,0	15,94	1 303
3	631b-049	Isover TF PROFI	Z vr.	140,00	0,036	0,036	3,889	6,6	1,0	0,74	274
4	104a-028	ETICS-omítka silikátová*	Z vr.	10,00	0,800	0,800	0,012	-11,8	13,0	0,69	226

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

SO1 - stávající stav

Součinitel prostupu

tepla $U = 0,163 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Celková měrná

hmotnost $m = 241,6 \text{ kg}/\text{m}^2$

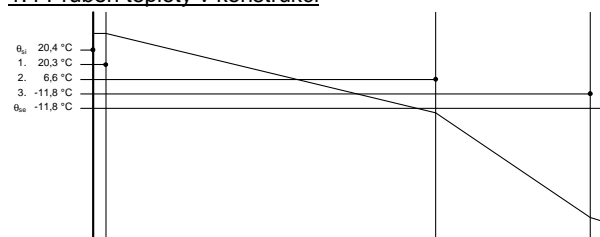
Tepebný odpor $R = 6,821 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$

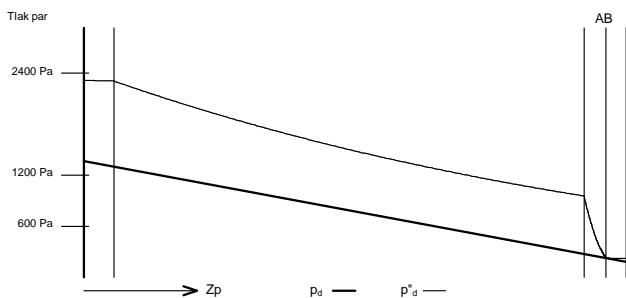
Odpor při prostupu
tepla $R_T = 6,991 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

Difuzní odpor $Z_p = 18,381 \cdot 10^9 \text{ m}/\text{s}$

1.4 Průběh teploty v konstrukci



1.5 Průběh tlaku vodních par p_{dx} a p''_{dx} v konstrukci



$$Z_{pA} = 17,7 \cdot 10^9 \text{ m/s} \quad Z_{pB} = 17,7 \cdot 10^9 \text{ m/s} \quad A = 450 \text{ mm} \quad B = 450 \text{ mm}$$

Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,16303 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; Zaokrouhlo: $U = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; požadovaný $U_N = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; doporučený $U_{rec} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,775$; $f_{Rsi} = 0,981$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m^2) $M_c = 0,014 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -14,487 \text{ kg}/\text{m}^2$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí

1 SCH1 - skladba pro variantu 1 - stávající stav

Střecha - plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

Poznámka:

střecha plochá

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,100 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ $p_{di} = 1\,368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\,487 \text{ Pa}$

$\theta_{se} = -12,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_{se} = 83,4 \%$ $R_{se} = 0,040 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ $p_{dse} = 181 \text{ Pa}$ $p''_{dse} = 217 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m^3	c $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	μ	$k\mu$	λ_k $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	λ_p $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	1,0	3,0
2	101-021	1.2.1	Železobeton (2300)	2 300	1 020,0	23,0	1,000	1,220	1,430	0,00	0,080	1,0	3,0
3	102-032	2.3.2	Beton z keramzitu (800)	800	880,0	9,0	1,000	0,260	0,310	0,00		1,0	3,0
4	116-01	17.1	Asfaltové pásy a lepenky	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0
5	613a-056		EPS 200S	32	840,0	40,0	1,000	0,034	0,034	0,00		1,0	3,0
6	613a-056		EPS 200S	32	840,0	40,0	1,000	0,034	0,034	0,00		1,0	3,0
7	116-01	17.1	Asfaltové pásy a lepenky	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	3,0

Z_{TM} - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokveří, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	0,990	0,010	20,6	19,0	1,01	1 368
2	101-021	Železobeton (2300)	Z vr.	200,00	1,430	1,430	0,140	20,6	23,0	24,44	1 367
3	102-032	Beton z keramzitu (800)	Z vr.	100,00	0,310	0,310	0,323	20,1	9,0	4,78	1 331
4	116-01	Asfaltové pásy a lepenky	Z vr.	4,00	0,210	0,210	0,019	18,9	10 000,0	212,49	1 324
5	613a-056	EPS 200S	Z vr.	140,00	0,034	0,034	4,118	18,8	40,0	74,37	1 015
6	613a-056	EPS 200S	Z vr.	140,00	0,034	0,034	4,118	3,5	40,0	74,37	907
7	116-01	Asfaltové pásy a lepenky	Z vr.	8,00	0,210	0,210	0,038	-11,7	10 000,0	424,99	799

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

SCH1 - stávající stav

Součinitel prostupu

tepla $U = 0,132$ W/(m²·K)

Tepelný odpor $R = 8,765$ m²·K/W

Odpor při prostupu $R_T = 8,905$ m²·K/W

tepla $R_T = 8,905$ m²·K/W

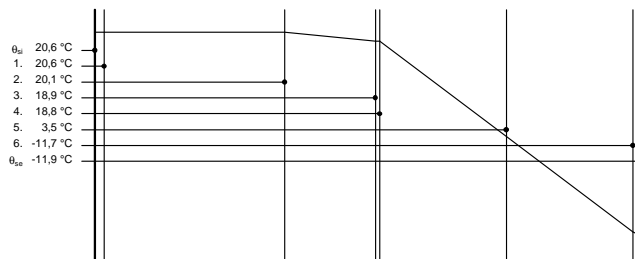
Difuzní odpor $Z_p = 816,458 \cdot 10^9$ m/s

Celková měrná

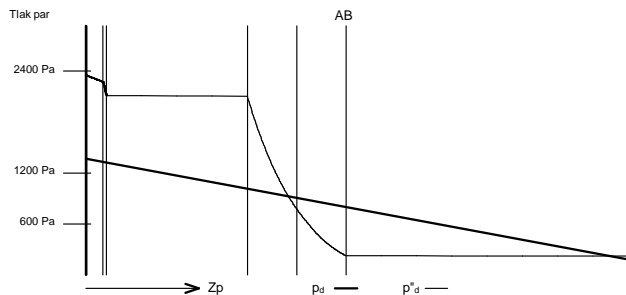
hmotnost $m = 585,8$ kg/m²

Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6$ °C

1.4 Průběh teploty v konstrukci



1.5 Průběh tlaku vodních par p_{dx} a p''_{dx} v konstrukci



$$Z_{pA} = 391,5 \cdot 10^9 \text{ m/s} \quad Z_{pB} = 391,5 \cdot 10^9 \text{ m/s} \quad A = 594 \text{ mm} \quad B = 594 \text{ mm}$$

Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,13230$ W/(m²·K); Zaokrouhlo: $U = 0,13$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 0,24$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 0,16$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,02$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,775$; $f_{Rsi} = 0,989$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,024 < 0,100$ - konstrukce vyhovuje

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -0,011$ kg/m² - konstrukce vyhovuje

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohroží požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

1 STR1 - skladba pro variantu 1 - stávající stav

Strop - pod nevytápěnou půdou (se střešou bez tepelné izolace)

Poznámka:

strop pod nevytápěnou půdou

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $p_{di} = 1\,368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\,487 \text{ Pa}$

$\theta_{se} = -12,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\varphi_{se} = 83,4 \%$ $R_{se} = 0,100 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ $p_{dse} = 181 \text{ Pa}$ $p''_{dse} = 217 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	$\kappa\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	1,0	2,2
2	101-021	1.2.1	Železobeton (2300)	2 300	1 020,0	23,0	1,000	1,220	1,430	0,00	0,080	1,0	2,2
3	116-01	17.1	Asfaltové pásy a lepenky	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	2,2
4	613a-056		EPS 200S	32	840,0	40,0	1,000	0,034	0,034	0,00		1,0	2,2
5	613a-056		EPS 200S	32	840,0	40,0	1,000	0,034	0,034	0,00		1,0	2,2
6	116-01	17.1	Asfaltové pásy a lepenky	1 400	1 470,0	10 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00	0,000	1,0	2,2
7	109-072	10.5.2	Desky dřevovlákn. lis. (400)	400	1 630,0	10,0	1,000	0,092	0,098	0,00	0,110	1,0	3,0

Z_{TM} - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvemi, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	V _r	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,990	0,990	0,010	20,6	19,0	1,01	1 368
2	101-021	Železobeton (2300)	Z vr.	200,00	1,430	1,430	0,140	20,6	23,0	24,44	1 366
3	116-01	Asfaltové pásy a lepenky	Z vr.	4,00	0,210	0,210	0,019	20,1	10 000,0	212,49	1 318
4	613a-056	EPS 200S	Z vr.	140,00	0,034	0,034	4,118	20,0	40,0	74,37	898
5	613a-056	EPS 200S	Z vr.	140,00	0,034	0,034	4,118	4,7	40,0	74,37	751
6	116-01	Asfaltové pásy a lepenky	Z vr.	4,00	0,210	0,210	0,019	-10,6	10 000,0	212,49	604
7	109-072	Desky dřevovlákn. lis. (400)	Z vr.	25,00	0,098	0,098	0,255	-10,7	10,0	1,33	184

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

STR1 - stávající stav

Součinitel prostupu

tepla $U = 0,133 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Tepelný odpor $R = 8,678 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

Odpor při prostupu
tepla $R_T = 8,878 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

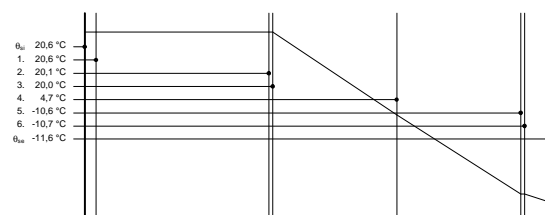
Difuzní odpor $Z_p = 600,510 \cdot 10^9 \text{ m/s}$

Celková měrná

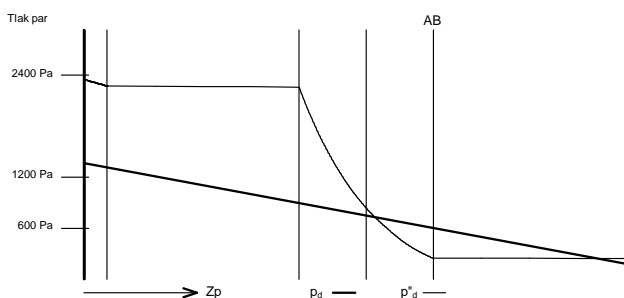
hmotnost $m = 510,2 \text{ kg/m}^2$

Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6 \text{ } ^\circ\text{C}$

1.4 Průběh teploty v konstrukci



1.5 Průběh tlaku vodních par p_{dx} a p''_{dx} v konstrukci



$$Z_{pA} = 386,7 \cdot 10^9 \text{ m/s} \quad Z_{pB} = 386,7 \cdot 10^9 \text{ m/s} \quad A = 494 \text{ mm} \quad B = 494 \text{ mm}$$

Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,13263 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; Zaokrouhlo: $U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; požadovaný $U_N = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; doporučený $U_{rec} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,775$; $f_{Rsi} = 0,989$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m^2) $M_c = 0,016 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -0,040 \text{ kg}/\text{m}^2$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení sousedících konstrukcí, atp

1 PDL1 - skladba pro variantu 1 - stávající stav

Podlaha - vytápěného prostoru, přilehlá k zemině

Poznámka:

podlaha přilehlá k zemině

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\phi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,170 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ $p_{di} = 1\,368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\,487 \text{ Pa}$

$\theta_{gr} = 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $R_{gr} = 0,000 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m^3	c $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	μ	$k\mu$	λ_k $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	λ_p $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Z_{TM}	Z_w	Z_1	Z_3
1	130-03	3	Keram. dlažba	2 000	840,0	200,0	1,000	1,010	1,010	0,00			
2	101-013	1.1.3	Beton hutný (2300)	2 300	1 020,0	23,0	1,000	1,160	1,360	0,00	0,080		
3	631g-042		Isover EPS Grey 150	23	1 270,0	30,0	1,000	0,031	0,031	0,00			
4	631g-047		Isover EPS Grey 150	23	1 270,0	30,0	1,000	0,031	0,031	0,00			

Z_{TM} - čítnel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvemi, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	V_r	d mm	λ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	λ_{ekv} $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	R $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$	θ_s $^\circ\text{C}$	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	130-03	Keram. dlažba	Z vr.	10,00	1,010	1,010	0,010	20,5	200,0	10,62	1 368
2	101-013	Beton hutný (2300)	Z vr.	50,00	1,160	1,160	0,043	20,5	23,0	6,11	1 194
3	631g-042	Isover EPS Grey 150	Z vr.	40,00	0,031	0,031	1,290	20,4	30,0	14,87	1 094
4	631g-047	Isover EPS Grey 150	Z vr.	140,00	0,031	0,031	4,516	17,0	30,0	52,06	851

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

PDL1 - stávající stav

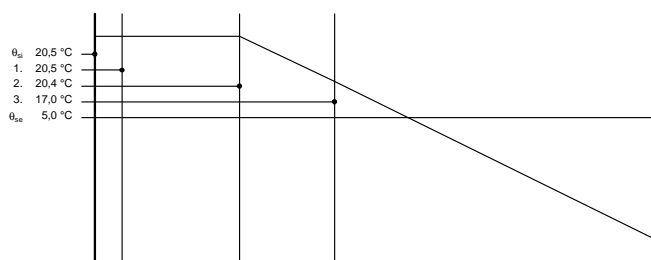
Součinitel prostupu tepla $U = 0,186 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Celková měrná hmotnost $m = 139,1 \text{ kg}/\text{m}^2$

Tepelný odpor $R = 5,859 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$

Odpor při prostupu tepla $R_T = 6,029 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

Difuzní odpor $Z_p = 83,670 \cdot 10^9 \text{ m/s}$

1.4 Průběh teploty v konstrukci



Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,18585 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$; Zaokrouhleno: $U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$; požadovaný $U_N = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$; doporučený $U_{rec} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,02 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,535$; $f_{Rsi} = 0,972$ vyhovuje

U přilehlých konstrukcí se bilance zkondenzované páry neurčuje.

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohroží požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

1 SN1 - skladba pro variantu 1 - stávající stav

Stěna - mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně,

Poznámka:
stěna vnitřní

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{di} = 1\ 368 \text{ Pa}$ $p_{di}'' = 2\ 487 \text{ Pa}$

$\theta_{si} = 12,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_{si} = 75,0 \%$ $R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{dsi} = 1\ 053 \text{ Pa}$ $p_{dsi}'' = 1\ 404 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	k μ	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z _{TM}	Z _w	z ₁	z ₃
1	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	0,0	0,0
2	499n-002		11,5 broušená	725	1 000,0	5,0	1,000			0,00		0,0	0,0
3	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	0,0	0,0

Z_{TM} - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokveří, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	Z _p ·10 ⁻⁹ m/s	p _{di} Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,880	0,880	0,011	19,4	19,0	1,01	1 368
2	499n-002	11,5 broušená	Z vr.	115,00			0,450	19,3	5,0	6,11	1 329
3	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,880	0,880	0,011	13,7	19,0	1,01	1 092

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,050 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

SN1 - stávající stav

Součinitel prostupu tepla

$$U = 1,415 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$$

Tepelný odpor

$$R = 0,473 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

Odpor při prostupu tepla

$$R_T = 0,733 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

Celková měrná

hmotnost

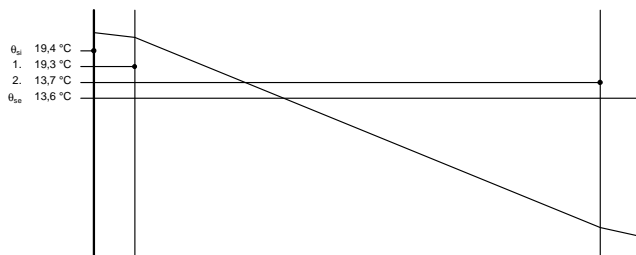
$$m = 123,4 \text{ kg}/\text{m}^2$$

Teplota rosného bodu

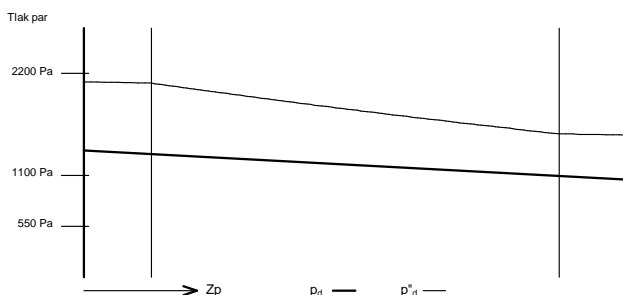
$$\theta_w = 11,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Difuzní odpor $Z_p = 8,128 \cdot 10^9 \text{ m/s}$

1.4 Průběh teploty v konstrukci



1.5 Průběh tlaku vodních par p_{dx} a p''_{dx} v konstrukci



Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 1,41476 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$; Zaokrouhleno: $U = 1,41 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$; požadovaný $U_N = 2,70 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$; doporučený $U_{rec} = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,174$; $f_{Rsi} = 0,823$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m^2) $M_c = 0,000 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení

1 SN2 - skladba pro variantu 1 - stávající stav

Stěna - mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně,

Poznámka:
stěna vnitřní

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20,0 + 1,0 = 21,0 \text{ °C}$

$\theta_{ai} = 21,0 \text{ °C}$ $\varphi_{i,r} = 55,0 \%$ $R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{di} = 1\,368 \text{ Pa}$ $p''_{di} = 2\,487 \text{ Pa}$

$\theta_{si} = 12,0 \text{ °C}$ $\varphi_{si} = 75,0 \%$ $R_{si} = 0,130 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $p_{dsi} = 1\,053 \text{ Pa}$ $p''_{dsi} = 1\,404 \text{ Pa}$

Pro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m ³	c J/(kg·K)	μ	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	0,0	0,0
2	499h-002		STI 25 broušená	590	1 000,0	5,0	1,000	0,103	0,103	0,00		0,0	0,0
3	105-02	5.2	Omítka vápenocement.	2 000	790,0	19,0	1,000	0,880	0,990	0,00	0,070	0,0	0,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvedmi, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m ² ·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,880	0,880	0,011	20,6	19,0	1,01	1 368
2	499h-002	STI 25 broušená	Z vr.	250,00	0,103	0,103	2,430	20,5	5,0	13,28	1 347
3	105-02	Omítka vápenocement.	Z vr.	10,00	0,880	0,880	0,011	12,5	19,0	1,01	1 074

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,050$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

SN2 - stávající stav

Součinitel prostupu

tepla $U = 0,419$ W/(m²·K)

Tepelný odpor $R = 2,453$ m²·K/W

Odpor při prostupu tepla $R_T = 2,713$ m²·K/W

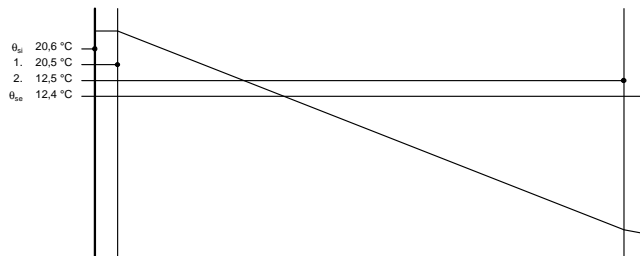
Difuzní odpor $Z_p = 15,300 \cdot 10^9$ m/s

Celková měrná

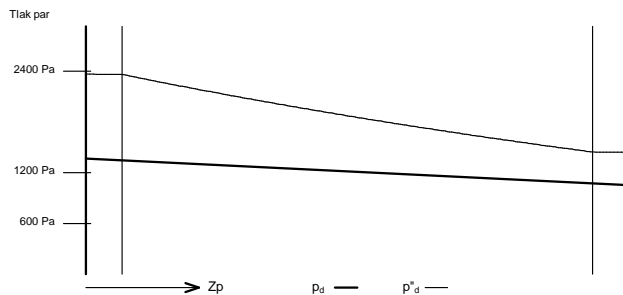
hmotnost $m = 187,5$ kg/m²

Teplota rosného bodu $\theta_w = 11,6$ °C

1.4 Průběh teploty v konstrukci



1.5 Průběh tlaku vodních par p_{dx} a p'_d v konstrukci



Závěr

Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**

$U = 0,41863$ W/(m²·K); Zaokrouhлено: $U = 0,42$ W/(m²·K); požadovaný $U_N = 2,70$ W/(m²·K); doporučený $U_{rec} = 1,80$ W/(m²·K)

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U = 0,05$ W/(m²·K)

Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,174$; $f_{Rsi} = 0,952$ vyhovuje

Roční množství zkondenzované páry (kg/m²) $M_c = 0,000 < 0,100$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace :

Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.

Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohroží požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

Tabulka 1: Sumarizace součinitelů prostupů tepla

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla, požadovaný U_N (W/m ² K)	Součinitel prostupu tepla, doporučený $U_{N,rd}$ (W/m ² K)	Součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)
Stěna obvodová	0,3	0,25	0,16
Střecha plochá	0,24	0,16	0,13
Strop pod nevytápěnou půdou	0,3	0,2	0,13
Podlaha k zemině	0,45	0,3	0,19
Otvorové výplně – okna	1,5	1,2	1,2
Otvorové výplně - dveře	1,7	1,2	1,8
Otvorové výplně – vrata	1,7	1,2	2,0
Příčky	2,7	1,8	1,42
Nosné stěny vnitřní	2,7	1,8	0,42
Vnitřní stropy	2,2	1,45	0,38

Konstrukce vnitřní strop byla vypočtena stejným způsobem, hodnota součinitele prostupu tepla je uvedena v sumarizační tabulce.

Všechny konstrukce splňují hodnoty součinitele prostupu tepla, dle ČSN 73 0540–2, na úrovni doporučených hodnot pro pasivní budovy.

2.2 Stanovení tepelných ztrát jednotlivých místností

Pro stanovení tepelných ztrát jednotlivých místností objektu byla použita ČSN E 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.

Tabulka 2: Výpočet tepelného výkonu

Tepelné ztráty prostupem

Míst.	101	VSTUPNÍ HALA				$\theta_i = 15^\circ\text{C}$	$\varphi_i = 50\%$			
Tepelné ztráty přímo do okolního prostředí										
ozn. kce	název	počet	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
SO1	Obvodové zdivo	1	3,95	3,30	13,04	5,25	0,16	1	0,86	
DO1	Vchodové dveře	1	3	2,595	7,79	7,79	1,80	1	14,01	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]			14,87	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty										
ozn. kce	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	105	3,45	3,30	11,39	9,45	0,42	0,19	0,73	
DN6	Dveře vnitřní	105	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	0,19	0,54	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	156	3,45	3,30	11,39	9,45	0,42	0,00	0,00	
DN6	Dveře vnitřní	156	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	0,00	0,00	
SN2	Příčky	103	1,40	3,30	4,62	4,62	1,42	-0,19	-1,21	
SN2	Příčky	102	4,60	3,30	15,18	10,62	1,42	-0,19	-2,78	
DN6	Dveře vnitřní	102	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	-0,19	-0,54	
ON1	Okno dvojité	102	1,50	1,75	2,63	2,63	2,00	-0,19	-0,97	
SN2	Příčky	155	6,00	3,30	19,80	17,87	1,42	0,00	0,00	
DN6	Dveře vnitřní	155	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	0,00	0,00	
STR1	Strop	234	3,95	6,00	23,70	23,70	0,38	-0,19	-1,66	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílné teploty						$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]			-5,89	
Tepelná ztráta zeminou										
ozn. kce	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	
PDL1	Podlaha k zemině		38,315	0,19	7,09	0,41	1,45	1,00	0,59	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]			4,19	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ii} + H_{T,i}$ [W/K]			13,16	
Návrhová ztráta prostupem										
						$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	
						15	-12	27	13,16	
Návrhová ztráta prostupem Φ_{Ti}						$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} + \theta_e)$ [W]			355,45	

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota interiéru	teplota ext.	hygienické požadavky	
	$\theta_{int,i}$	θ_e	n	$V_{min,i}$
126,4395	-12	15	0,5	63,21975
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1	4,5	0,02	1	22,75911
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max	$H_{v,i}$	$t_{int}-t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]	
63,220	21,495	27,000	580,357	
Návrhová ztráta větráním $\Phi_{v,i}$			$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}+\theta_e)$ [W]	580,357
Celkový návrhový tepelný výkon				
celkový návrhový tepelný výkon Φ_{HI}			$\Phi_{HI}=\Phi_{v,i} + \Phi_{T,i}$ [W]	935,803

Místnost:	102	VRÁTNICE	$\theta_i= 20^\circ\text{C}$	$\phi_i= 50\%$					
Tepelné ztráty přímo do okolního prostředí									
ozn. kce	název	počet	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{k \cdot e_k}$
SO1	Obvodové zdivo	1	4,75	3,30	15,68	13,93	0,16	1	2,27
OD8	Okno dvojité	1	1	1,75	1,75	1,75	1,20	1	2,10
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí						$HT_{,ie}=\sum_k A_k \cdot U_{k \cdot e_k}$ [W/K]	4,37		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
ozn. kce	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_{k \cdot f_{ij}}$
SN1	Nosné zdivo vnitřní	106	3,10	3,30	10,23	10,23	0,42	-0,33	-1,43
SN2	Příčky	101	4,60	3,30	15,18	10,62	1,42	0,16	2,35
DN6	Dveře vnitřní	101	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	0,16	0,45
ON1	Okno dvojité	101	1,50	1,75	2,63	2,63	2,00	0,16	0,82
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílné teploty						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{k \cdot f_{ij}}$ [W/K]	2,19		
Tepelná ztráta zeminou									
ozn. kce	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL1	Podlaha k zemině		14,95	0,19	2,77	0,50	1,45	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]	2,01		
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i}=\sum_k H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ii}+H_{T,ig}$ [W/K]	8,57		
Návrhová ztráta prostupem									
					$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	
					20	-12	32	8,57	
Návrhová ztráta prostupem Φ_{Ti}					$\Phi_{T,i}=\sum_k H_{T,i} \cdot (\Phi_{T,i}+\Phi_{T,e})$ [W]	274,24			

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota interiéru	teplota ext.	hygienické požadavky	
	$\theta_{int,i}$	θ_e	n	$V_{min,i}$
49,335	-12,000	20,000	0,500	24,668
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1,000	4,500	0,020	1,000	8,880
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max	$H_{v,i}$	$t_{int}-t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]	
24,668	8,387	32,000	268,382	
Návrhová ztráta větráním $\Phi_{v,i}$			$\Phi_{v,i}=H_{v,i}(\theta_{int,i}+\theta_e)$ [W]	268,38
Celkový návrhový tepelný výkon				
celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{H,i}$			$\Phi_{H,i}=\Phi_{v,i} + \Phi_{T,i}$ [W]	542,62

Místno st:	103	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ				$\theta_i=$	20°C	$\phi_i= 50\%$	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
ozn. kce	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_{k \cdot f_{ij}}$
SN1	Nosné zdivo vnitřní	105	1,73	3,30	5,69	5,69	0,42	0,19	0,44
SN2	Příčky	101	1,28	3,30	4,21	4,21	1,42	0,16	0,93
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílné teploty						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]			1,37
Tepelná ztráta zeminou									
ozn. kce	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL1	Podlaha k zemině		2,20	0,19	0,41	0,50	1,45	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ii}=\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]			0,30
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i}=\Phi_{T,ie}+\Phi_{T,iue}+\Phi_{T,ii}+\Phi_{T,ig}$ [W/K]			1,67
Návrhová ztráta prostupem									
						$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$
						20	-12	32	1,67
Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$						$\Phi_{T,i}=\sum_k H_{T,i} \cdot (\Phi_{T,i}+\Phi_{T,e})$ [W]			53,44

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota ext.	teplota interiéru	hygienické požadavky	
	θ_e	$\theta_{int,i}$	n	$V_{min,i}$
7,260	-12,000	20,000	0,500	3,630
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1,000	4,500	0,020	1,000	1,307
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max	$H_{v,i}$	$t_{int}-t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]	
3,630	1,234	32,000	39,494	

Návrhová ztráta větráním $\Phi_{V,i}$	$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} + \theta_e)$ [W]	39,49
Celkový návrhový tepelný výkon		
celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{H,i}$	$\Phi_{H,i} = \Phi_{V,i} + \Phi_{T,i}$ [W]	92,93

Místnost:	104	WC	$\theta_i = 20^\circ\text{C}$	$\phi_i = 50\%$					
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
ozn. kece	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_{k \cdot f_{ij}}$
SN1	Nosné zdivo vnitřní	105	1,40	3,30	4,62	4,62	0,42	0,31	0,60
SN1	Nosné zdivo vnitřní	106	1,28	3,30	4,21	4,21	0,42	-0,13	-0,22
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílné teploty						$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]	0,38		
Tepelná ztráta zeminou									
ozn. kece	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL1	Podlaha k zemině		1,79	0,19	0,33	0,50	1,45	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ii} = \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]	0,24		
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ii} + H_{T,ig}$ [W/K]	0,62		
Návrhová ztráta prostupem									
					$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	
					20	-12	32	0,62	
Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$					$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\Phi_{T,i} + \Phi_{T,e})$ [W]			19,84	

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota ext.	teplota interiéru	hygienické požadavky	
	θ_e	$\theta_{int,i}$	n	$V_{min,i}$
5,891	-12,000	20,000	0,500	2,945
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1,000	4,500	0,020	1,000	1,060
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max	$H_{V,i}$	$t_{int} - t_e$	$\Phi_{V,i}$ [W]	
2,945	1,001	32,000	32,044	
Návrhová ztráta větráním $\Phi_{V,i}$				
$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} + \theta_e)$ [W]				
32,04				
Celkový návrhový tepelný výkon				
Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{H,i}$				
$\Phi_{H,i} = \Phi_{V,i} + \Phi_{T,i}$ [W]				
51,88				

Místnost:	105	KOLÁRNA				$\theta_i = 10^\circ\text{C}$	$\phi_i = 50\%$			
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty										
ozn. kece	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	159	3,13	3,30	10,31	10,31	0,42	-0,23	-0,98	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	101	3,20	3,30	10,56	8,63	0,42	-0,23	-0,82	
DN6	Dveře vnitřní	103	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	-0,45	-1,32	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	103	3,13	3,30	10,31	10,31	0,42	-0,45	-1,96	
STR1	Strop	232	3,20	3,13	10,00	10,00	0,38	-2,00	-7,56	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílné teploty						$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]			-12,65	
Tepelná ztráta zeminou										
ozn. kece	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	
PDL1	Podlaha k zemině		10,00	0,19	1,85	0,27	1,45	1,00	0,40	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]			0,73	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ [W/K]			-2,34	
Návrhová ztráta prostupem										
						$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	
						10	-12	22	-2,34	
Návrhová ztráta prostupem Φ_{Ti}						$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\Phi_{T,i} + \Phi_{T,e})$ [W]			-51,48	

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota ext.	teplota interiéru	hygienické požadavky		
	θ_e	$\theta_{int,i}$	n	$V_{min,i}$	
33,000	-12,000	10,000	0,500	16,500	
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací	
1,000	4,500	0,020	1,000	5,940	
Výpočet tepelné ztráty větráním					
max	$H_{v,i}$	$t_{int} - t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]		
16,500	5,610	22,000	123,420		
Návrhová ztráta větráním Φ_{Vi}					
				$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} + \theta_e)$ [W]	123,42
Celkový návrhový tepelný výkon					
Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{Hi}				$\Phi_{H,i} = \Phi_{v,i} + \Phi_{T,i}$ [W]	71,94

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Místnost:	106	ORDINACE LÉKAŘE				$\theta_i = 24^\circ\text{C}$	$\phi_i = 50\%$			
Tepelné ztráty přímo do okolního prostředí										
ozn. kce	název	počet	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{k \cdot e_k}$	
SO1	Obvodové zdivo	1	4,75	3,30	15,68	10,43	0,16	1	1,70	
OD7	Okno dvojité	1	3	1,75	5,25	5,25	1,50	1	7,88	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]			9,57	
ozn. kce	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_{k \cdot f_{ij}}$	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	102	3,10	3,30	10,23	10,23	0,42	0,11	0,48	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	104	1,65	3,30	5,45	5,45	0,42	0,11	0,25	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	105	3,20	3,30	10,56	10,56	0,42	0,39	1,72	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	158	5,00	3,30	16,50	16,50	0,42	0,25	1,73	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	116	1,20	3,30	3,96	2,03	0,42	0,25	0,21	
DN6	Dveře vnitřní	116	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	0,25	0,73	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	109	2,75	3,30	9,08	9,08	0,42	0,11	0,42	
SN1	Nosné zdivo vnitřní	108	4,00	3,30	13,20	13,20	0,42	0,11	0,61	
STR1	Strop	237	4,00	3,30	13,20	13,20	0,38	0,11	0,55	
STR1	Strop	235	4,00	3,30	13,20	13,20	0,38	0,25	1,25	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílne teploty						$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]			7,96	
Tepelná ztráta zeminou										
ozn. kce	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	
PDL1	Podlaha k zemině		39,75	0,19	7,35	0,56	1,45	1,00	0,81	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]			5,92	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ii} + H_{T,i}$ [W/K]			23,45	
Návrhová ztráta prostupem										
						$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	
						24	-12	36	23,45	
Návrhová ztráta prostupem Φ_{Ti}						$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\Phi_{T,i} + \Phi_{T,e})$ [W]			844,2	

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota ext.	teplota interiéru	hygienické požadavky	
	θ_e	$\theta_{int,i}$	n	$V_{min,i}$
131,175	-12,000	24,000	0,500	65,588
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1,000	4,500	0,020	1,000	23,612
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max	$H_{v,i}$	$t_{int}-t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]	
65,588	22,300	36,000	802,791	
Návrhová ztráta větráním $\Phi_{v,i}$			$\Phi_{v,i}=H_{v,i}(\theta_{int,i}+\theta_e)$ [W]	802,79
Celkový návrhový tepelný výkon				
Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{Hl}			$\Phi_{Hl}=\Phi_{v,i} + \Phi_{T,i}$ [W]	1646,99

Místnost:	107	ZÁDVERŽÍ				$\theta_i=$	10°C	$\phi_i=$		50%
Tepelné ztráty přímo do okolního prostředí										
ozn. kce	název	počet	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
SO1	Obvodové zdivo	1	1,5	3,30	4,95	1,84	0,16	1	0,30	
DO2	Vchodové dveře	1	1,2	2,595	3,11	3,11	1,50	1	4,67	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí						$H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]			4,97	
ozn. kce	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
SN2	Příčky	108	4,50	3,30	14,85	12,92	1,42	-0,45	-8,31	
DN6	Dveře vnitřní	108	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	-0,45	-1,32	
STR1	Strop	241	1,50	1,50	2,25	2,25	0,38	-0,45	-0,39	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílné teploty						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]			-10,01	
Tepelná ztráta zeminou										
ozn. Kce	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_g \cdot G_w$	
PDL1	Podlaha k zemině		2,25	0,19	0,42	0,27	1,45	1,00	0,40	
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]			0,16	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i}=\Phi_{T,ie}+\Phi_{T,iue}+\Phi_{T,ii}+\Phi_{T,ig}$ [W/K]			-2,80	
Návrhová ztráta prostupem										
						$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	
						10	-12	22	-2,80	
Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$						$\Phi_{T,i}=\Phi_{T,ii} \cdot (\Phi_{T,i}+\Phi_{T,e})$ [W]			-75,61	

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota ext.	teplota interiéru	hygienické požadavky	
	θ_e	$\theta_{int,i}$	n	$V_{min,i}$
7,425	-12,000	10,000	0,500	3,713
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1,000	4,500	0,020	1,000	1,337
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max	$H_{v,i}$	$t_{int}-t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]	
3,713	1,262	22,000	27,770	
Návrhová ztráta větráním Φ_{Vi}			$\Phi_{v,i}=H_{v,i}(\theta_{int,i}+\theta_e)$ [W]	27,77
Celkový návrhový tepelný výkon				
Celkový návrhový tepelný výkon Φ_{Hl}			$\Phi_{Hl}=\Phi_{v,i} + \Phi_{Ti}$ [W]	-47,85

Místno st:	108	ČEKÁRNA	$\theta_i= 20^\circ\text{C}$	$\phi_i= 50\%$					
Tepelné ztráty přímo do okolního prostředí									
ozn. ke	název	počet	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{k \cdot e_k}$
SO1	Obvodové zdivo	1	1,5	3,30	4,95	3,73	0,16	1	0,61
OD2	Okno dvojité	1	0,7	1,75	1,23	1,23	1,20	1	1,47
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí						$H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]			2,08
ozn. ke	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_{k \cdot f_{ij}}$
SN2	Příčky	107	1,50	3,30	4,95	3,02	1,42	0,31	1,33
DN6	Dveře vnitřní	107	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	0,31	0,91
SN2	Příčky	106	4,00	3,30	13,20	11,27	1,42	-0,13	-1,99
DN6	Dveře vnitřní	106	0,90	2,15	1,94	1,94	1,50	-0,13	-0,36
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílné teploty						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]			-0,12
Tepelná ztráta zeminou									
ozn. ke	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_g \cdot G_w$
PDL1	Podlaha k zemině		17,16	0,19	3,17	0,50	1,45	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]			2,30
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i}=\Phi_{T,ie}+\Phi_{T,iue}+\Phi_{T,ii}+\Phi_{T,ie}$ [W/K]			4,26
Návrhová ztráta prostupem									
					$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	
					20	-12	32	4,26	
Návrhová ztráta prostupem Φ_{Ti}					$\Phi_{T,i}=\Phi_{T,ii} \cdot (\Phi_{T,ii}+\Phi_{T,ie})$ [W]			136,32	

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota ext.	teplota interiéru	hygienické požadavky	
	θ_e	$\theta_{int,i}$	n	$V_{min,i}$
56,616	-12,000	20,000	0,500	28,308
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1,000	4,500	0,020	1,000	10,191

Výpočet tepelné ztráty větráním

max	$H_{v,i}$	$t_{int}-t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]
28,308	9,625	32,000	307,989
Návrhová ztráta větráním $\Phi_{v,i}$			$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}+\theta_e)$ [W] 307,99
Celkový návrhový tepelný výkon			
Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{H,i}$			$\Phi_{H,i}=\Phi_{v,i} + \Phi_{T,i}$ [W] 444,31

Místnost:	109	WC INVALIDA				$\theta_f= 20^\circ\text{C}$		$\phi_i= 50\%$	
ozn. kce	název	místnost	šířka	výška	plocha	A_k	U_{kc}	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
SN1	Nosné zdivo vnitřní	106	2,50	3,30	8,25	8,25	0,42	-0,13	-0,43
SN2	Příčky	108	2,00	3,30	6,60	4,88	1,42	0,00	0,00
DN7	Dveře vnitřní	108	0,80	2,15	1,72	1,72	1,50	0,00	0,00
SN2	Příčky	110	2,50	3,30	8,25	8,25	1,42	0,00	0,00
SN2	Příčky	116	2,00	3,30	6,60	6,60	1,42	0,16	1,46
STR1	Strop	239	1,13	2,00	2,25	2,25	0,38	0,16	0,13
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor vytápěných na rozdílne teploty						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ [W/K]		1,16	
Tepelná ztráta zeminou									
ozn. Kce	Popis		A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g2}	f_{g1}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
PDL1	Podlaha k zemině		5,00	0,19	0,93	0,50	1,45	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou						$H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ [W/K]		0,67	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem						$H_{T,i}=\sum_k H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ii}+H_{T,ie}$ [W/K]		2,08	
Návrhová ztráta prostupem									
						$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$
						20	-12	32	2,08
Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$						$\Phi_{T,i}=\sum_k H_{T,i} \cdot (\Phi_{T,i}+\Phi_{T,e})$ [W]		66,56	

Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání

objem místnosti	teplota ext.	teplota interiéru	hygienické požadavky	
	θ_e	$\theta_{int,i}$	n	$V_{min,i}$
16,500	-12,000	20,000	0,500	8,250
počet nechrán. otvorů	n50	činitel zaclonění e	výškový korekční činitel	množství vzduchu infiltrací
1,000	4,500	0,020	1,000	2,970

Výpočet tepelné ztráty větráním			
max	$H_{v,i}$	$t_{int}-t_e$	$\Phi_{v,i}$ [W]
8,250	2,805	32,000	89,760
Návrhová ztráta větráním $\Phi_{v,i}$			$\Phi_{v,i}=H_{v,i}(\theta_{int,i}+\theta_e)$ [W] 89,76
Celkový návrhový tepelný výkon			
Celkový návrhový tepelný výkon $\Phi_{H,i}$			$\Phi_{H,i}=\Phi_{v,i} + \Phi_{T,i}$ [W] 156,32

Tepelná ztráta ostatních místností v objektu byla určena stejným způsobem, jejich výpočet je vzhledem ke svému rozsahu uložen v archivu autora.

Výčet tepelných ztrát jednotlivých místností:

Tabulka 3: Výčet Tepelných ztrát jednotlivých místností

Č.M.	Název místnosti	Návrhová vnitřní teplota θ_i [°C]	Plocha (m ²)	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkem $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ [W]
101	VSTUPNÍ HALA	15	38,32	355,45	580,357	935,80
102	VRÁTNICE	20	14,95	274,24	268,38	542,62
103	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	20	2,20	53,44	39,49	92,93
104	WC	20	1,79	19,84	32,04	51,88
105	KOLÁRNA	10	10,00	-51,48	123,42	71,94
106	ORDINACE LÉKAŘE	24	39,75	844,2	802,79	1646,99
107	ZÁDVERÍ	10	2,25	-75,61	27,77	-47,85
108	ČEKÁRNA	20	17,16	136,32	307,99	444,31
109	WC INVALIDA	20	5,00	66,56	89,76	156,31
110	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	20	1,89	6,84	33,93	40,77
111	WC ŽENY	20	1,32	-17,12	23,70	6,57
112	WC MUŽI	20	1,60	31,97	28,72	60,69
113	WC MUŽI	20	1,35	26,18	24,24	50,41
114	PŘÍPRAVNA SESTRY	20	20,50	512,44	368,02	880,46
115	ORDINACE LÉKAŘE	24	19,12	492,41	386,15	878,56
116	CHODBA	15	6,00	-185,58	90,88	-94,69
117	CHODBA	15	3,87	-147,94	58,62	-89,32
118	SPRCHA	24	3,45	191,56	69,68	261,24
119	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	20	1,90	9,93	34,11	44,04
120	WC	20	2,84	31,48	50,98	82,46
121	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	20	12,06	203,76	216,50	420,26
122	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	20	13,34	164,48	239,48	403,96
123	CHODBA	15	5,03	-158,37	76,19	-82,18
124	KOUPELNA	24	7,08	241,87	142,99	384,86

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Návrhová vnitřní teplota θ_i [°C]	Plocha (m ²)	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkem $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ [W]
125	POKOJ	20	26,62	233,75	477,88	711,63
126	CHODBA	15	5,04	-172,44	76,34	-96,10
127	KOUPELNA	24	7,08	241,87	142,99	384,86
128	POKOJ	20	26,62	233,75	477,88	711,63
129	CHODBA	15	5,04	-172,44	76,34	-96,10
131	POKOJ	20	28,03	349,22	503,19	852,42
132	KOUPELNA	24	8,16	300,46	164,80	465,26
133	PRACOVNA	20	8,10	259,80	145,41	405,21
134	OBÝVACÍ POKOJ	20	42,04	642,63	754,70	1397,33
135	CHODBA	15	18,77	122,03	284,31	406,34
136	WC	20	2,89	81,49	51,88	133,37
137	LOŽNICE	20	12,38	168,08	222,25	390,33
138	LOŽNICE	20	13,58	262,76	243,79	506,55
139	KOUPELNA	24	3,82	255,66	77,15	332,81
140	GARÁŽ	5	40	-24,75	381,48	356,73
141	TECHNICKÁ MÍSTNOST	15	40	666,74	605,88	1272,62
142	PŘÍPRAVNA LÉČIV	20	12,5	306,88	224,40	531,28
143	DENNÍ MÍSTNOST	20	4,08	57,25	73,24	130,50
144	ŠATNA	20	2,03	48,45	36,44	84,90
145	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	20	1,24	15,16	22,26	37,42
146	WC	20	1,84	0,50	33,03	33,53
147	SPRCHA	24	1,96	150,43	39,58	190,01
148	CHODBA	15	12,3	-307,94	186,31	-121,63
149	PŘÍJEM LÉČIV	20	10,46	480,81	187,78	668,58
150	SKLAD LÉČIV	10	11,62	-359,39	143,41	-215,98
151	UMÝVÁRNA	20	8,25	362,20	148,10	510,31
152	KANCELÁŘ	20	8,7	184,45	156,18	340,64
153	VÝDEJNA LÉČIV	20	28,36	300,04	509,12	809,15

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Návrhová vnitřní teplota θ_i [°C]	Plocha (m ²)	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkem $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ [W]
154	PŘÍRUČNÍ SKLAD LÉČIV	15	10,45	-114,69	158,29	43,60
155	SKLAD	15	19,5	107,56	295,37	402,92
156	ÚKLID	15	10	22,94	151,47	174,41
157	SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	15	28,86	284,94	437,14	722,08
158	CHODBA	15	53,1	679,94	804,31	1484,24
159	HALA	15	33,66	427,55	509,85	937,40
162	SKLAD	15	13,01	-126,8	125,1	0,00
163	CHODBA	15	31,5	513,30	477,13	990,43
201	CHODBA	15	53,10	444,88	719,00	1163,88
202	HALA	15	42,33	268,95	573,17	842,12
203	SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	15	28,86	213,18	390,78	603,96
204	CHODBA	20	7,01	-200,51	112,50	-88,02
205	KOUPELNA	24	5,75	542,33	103,81	646,14
206	POKOJ	20	28,48	327,86	457,05	784,91
208	CHODBA	15	6,37	-296,29	86,25	-210,03
209	KOUPELNA	24	5,75	175,88	103,81	279,69
210	POKOJ	20	27,12	293,56	435,22	728,78
212	CHODBA	15	6,37	-259,61	86,25	-173,36
213	KOUPELNA	24	5,75	211,96	103,81	315,77
214	POKOJ	20	27,12	293,56	435,22	728,78
216	CHODBA	15	6,37	-283,71	86,25	-197,45
217	KOUPELNA	24	5,75	187,86	103,81	291,67
218	POKOJ	20	27,12	293,56	435,22	728,78
219	LOŽNICE	20	19,90	150,21	319,36	469,56
221	CHODBA	15	6,13	-184,37	82,94	-101,43
222	KOUPELNA	24	5,82	180,35	105,07	285,42
223	POKOJ	20	27,38	313,72	439,31	753,04
224	LOŽNICE	20	21,03	381,77	337,49	719,26

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Návrhová vnitřní teplota θ_i [°C]	Plocha (m ²)	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkem $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ [W]
226	CHODBA	15	6,13	-146,36	82,94	-63,42
227	KOUPELNA	24	5,75	206,48	103,81	310,29
228	POKOJ	20	27,19	293,56	436,35	729,90
230	ÚKLID	15	9,78	-22,87	132,43	109,56
231	CHODBA	15	13,23	-168,57	179,14	10,57
232	KOUPELNA	24	9,45	253,08	170,61	423,69
233	POKOJ	20	31,91	356,24	512,09	868,33
234	LOŽNICE	20	32,06	283,52	514,50	798,02
235	CHODBA	15	6,37	-62,84	86,25	23,41
236	KOUPELNA	24	5,75	206,48	103,81	310,29
237	POKOJ	20	27,12	293,56	435,22	728,78
239	CHODBA	15	6,37	-178,08	86,25	-91,83
240	KOUPELNA	24	5,75	185,28	103,81	289,09
241	POKOJ	20	27,12	304,31	435,22	739,53
242	LOŽNICE	20	21,68	348,08	347,92	696,00
244	CHODBA	15	6,37	-296,79	86,25	-210,54
245	KOUPELNA	24	5,75	167,46	103,81	271,27
246	POKOJ	20	27,12	293,56	435,22	728,78
247	LOŽNICE	20	19,25	138,87	308,92	447,79
249	CHODBA	15	6,37	-288,69	86,25	-202,44
250	KOUPELNA	24	5,75	166,17	103,81	269,98
251	POKOJ	20	27,12	293,56	435,22	728,78
253	CHODBA	15	6,37	-288,69	86,25	-202,44
254	KOUPELNA	24	5,75	166,17	103,81	269,98
255	POKOJ	20	27,12	293,56	435,22	728,78
257	CHODBA	15	7,01	-290,86	94,92	-195,94
258	KOUPELNA	24	5,75	587,13	103,81	690,94
259	POKOJ	20	28,48	386,08	457,05	843,13

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Návrhová vnitřní teplota θ_i [°C]	Plocha (m ²)	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkem $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ [W]
262	CHODBA	15	53,10	444,88	719,00	1163,88
301	CHODBA	15	53,10	637,18	731,19	1368,37
302	HALA	15	42,33	421,39	582,88	1004,27
304	CHODBA	15	7,01	-261,65	96,53	-165,12
305	KOUPELNA	24	5,75	578,68	105,57	684,25
306	POKOJ	20	28,48	450,24	464,79	915,03
308	CHODBA	15	6,37	-263,93	87,71	-176,21
309	KOUPELNA	24	5,75	191,65	105,57	297,22
310	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
312	CHODBA	15	6,37	-263,93	87,71	-176,21
313	KOUPELNA	24	5,75	195,57	105,57	301,14
314	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
316	CHODBA	15	6,37	-263,93	87,71	-176,21
317	KOUPELNA	24	5,75	195,57	105,57	301,14
318	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
319	LOŽNICE	20	19,90	224,01	324,77	548,78
321	CHODBA	15	6,37	-152,99	87,71	-65,28
322	KOUPELNA	24	5,75	201,76	105,57	307,33
323	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
324	LOŽNICE	20	21,68	442,07	353,82	795,89
326	CHODBA	15	6,37	-126,10	87,71	-38,39
327	KOUPELNA	24	5,75	217,15	105,57	322,72
328	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
330	ÚKLID	15	9,78	8,12	134,67	142,79
331	CHODBA	15	13,23	-128,61	182,18	53,56
332	KOUPELNA	24	9,45	246,90	173,50	420,40
333	POKOJ	20	31,91	432,73	520,77	953,50
334	LOŽNICE	20	32,06	398,24	523,22	921,46

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Návrhová vnitřní teplota θ_i [°C]	Plocha (m ²)	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkem $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ [W]
335	CHODBA	15	6,37	-165,43	87,71	-77,71
336	KOUPELNA	24	5,75	217,15	105,57	322,72
337	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
339	CHODBA	15	6,37	-152,99	87,71	-65,28
340	KOUPELNA	24	5,75	174,43	105,57	280,00
341	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
342	LOŽNICE	20	21,68	442,07	353,82	795,89
344	CHODBA	15	6,37	-263,93	87,71	-176,21
345	KOUPELNA	24	5,75	195,57	105,57	301,14
346	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
347	LOŽNICE	20	19,25	221,27	314,16	535,43
349	CHODBA	15	6,37	-263,93	87,71	-176,21
350	KOUPELNA	24	5,75	195,57	105,57	301,14
351	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
353	CHODBA	15	6,37	-263,93	87,71	-176,21
354	KOUPELNA	24	5,75	195,57	105,57	301,14
355	POKOJ	20	27,12	409,59	442,60	852,19
357	CHODBA	15	7,01	-261,65	96,53	-165,12
358	KOUPELNA	24	5,75	624,38	105,57	729,95
359	POKOJ	20	28,48	509,43	464,79	974,22
361	CHODBA	15	53,10	637,18	731,19	1368,37
362	CHODBA	15	28,86	318,22	397,40	715,63

Celková tepelná ztráta objektu

65,36 kW

Použité veličiny a výpočtové vztahy:

Teplota interiéru

$\theta_{int,i}$ (°C)

Teplota prostředí za konstrukcí

θ_u (°C)

Teplota exteriéru

θ_e (°C)

Plocha konstrukce	A_k (m^2)
Součinitel prostupu tepla	U_{kc} (W/m^2K)
Výpočet tepelné ztráty prostupem:	
Tepelné ztráty přímo do okolního prostředí	$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)
Korekční součinitel klimatických podmínek	e_k (-)
Tepelné ztráty do nevytápěných prostorů	$H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ ($\frac{W}{K}$)
Součinitel redukce teploty	$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e}$ (-)
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty	$H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$ (W/K)
Součinitel redukce teploty	$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e}$ (-)
Tepelná ztráta zeminou	$H_{T,ig} = \sum A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)
Ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou	$U_{equiv,k}$ (W/m^2K)
Opravný součinitel zahrnující vliv roční změny venkovní teploty	f_{g1} (-), stanovena národní hodnota
Opravný součinitel zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou teplotou	f_{g2} (-)
Opravný součinitel vlivu spodní vody	G_w (-)
Celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ (W/K)
Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla	$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} + \theta_e)$ (W)
Výpočet tepelné ztráty větráním:	
Násobnost výměny vzduchu	n (h^{-1})
Hodnota intenzity výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa	n_{50} (-)
Stínící součinitel, závislý na poloze v krajině	e_i (-)
Korekční součinitel na výšku úrovně od terénu	ε_i (-)
Nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů	$V_{min,i} = n \cdot V$ (m^3/h)
Objem místnosti	V (m^3/h)
Množství vzduchu infilrací	$V_{inf,i} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon$ (m^3/h)
Měrná tepelná ztráta větráním	$H_{v,i} = 0,34 \cdot \max(V_{min,i}, V_{inf,i})$ (W/K)
Návrhová tepelná ztráta větráním	$\Phi_{V,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} + \theta_e)$ (W)
Celkový návrhový tepelný výkon	$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ (W)

3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikační údaje

Druh stavby	Penzion pro seniory
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Uherský Ostroh, p.č. 63/4
Katastrální území a katastrální číslo	Uherský Ostroh
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Obec Uherský Ostroh
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Obec Uherský Ostroh
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Uherský Ostroh, Hlavní 256, 665 87
Telefon / E-mail	+420 722 569 874

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	9 148,14 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	3 794,79 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,41 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12,0 °C

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

		Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce		Plocha [m ²] A _j	Součinitel prostupu tepla [W·m ⁻² ·K ⁻¹] U _i	Činitel teplotní redukce [-] b _i	Měrná ztráta prostupem tepla [W/K] H _{Ti}	Plocha [m ²] A _j	Součinitel prostupu tepla [W·m ⁻² ·K ⁻¹] U _i	Činitel teplotní redukce [-] b _i	Měrná ztráta prostupem tepla [W/K] H _{Ti}
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů	Okna	265,52	1,500	1,000	398,28	265,52	1,200	1,000	318,62
	Dveře	36,54	1,700	1,000	62,12	36,54	1,500	1,000	54,81
	Vrata	12,43	1,700	1,000	21,13	12,43	1,700	1,000	21,13
Celkem obvodové stěny po odečtení výplně otvorů		1571,6	0,300	1,000	471,48	572,59	0,163	1,000	256,02
Střecha plochá		760,55	0,240	1,000	182,53	689,220	0,133	1,000	101,15
Strop pod nevytápěnou půdou		193,8	0,240	0,9	52,33	96,230	0,132	0,9	23,02
Podlaha, stěna přilehlá k zemině		954,35	0,450	0,45	171,78	689,220	0,185	0,450	79,45
Celkem		3794,79				3794,79			
Tepelné vazby			3794,79x0,02		75,9	(výsledek podrobného výpočtu)			75,9
Celková měrná ztráta prostupem tepla					1435,55				930,26
Průměrný součinitel prostupu tepla			$U_{em} = \frac{\sum(U_{n,r} \cdot A_i \cdot b_i)}{\sum A_i + 0,02}$		Požadovaná hodnota 0,378 Doporučená hodnota 0,284				0,245
Klasifikační třída obálky budovy					0,378/0,245=0,648	Třída			B

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	930,26
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,245
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,284
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,378

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,19
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,285
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,38
D	1,5	1,5. $U_{em,N}$	0,57
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,76
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	0,95
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: B – Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 9.5. 2013

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

Pavlína Šicová

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a EN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

4 NÁVRH VYTÁPĚNÍ OBJEKTU

Objekt bude rozdělen do čtyř hlavních topných větví, tři budou pro podlahové vytápění a čtvrtá pro desková otopná tělesa.

4.1 Rozdělení místností podle způsobu vytápění

Tabulka 4: Rozdělení místností podle způsobu vytápění

Č.M.	Název místnosti	Potřebný výkon (W)	
101	VSTUPNÍ HALA	935,80	DOT
102	VRÁTNICE	542,62	DOT
103	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	92,93	X
104	WC	51,88	PV
105	KOLÁRNA	71,94	X
106	ORDINACE LÉKAŘE	1646,99	PV
107	ZÁDVEŘÍ	-47,85	X
108	ČEKÁRNA	444,99	PV
109	WC INVALIDA	156,32	PV
110	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	40,77	PV
111	WC ŽENY	6,57	X
112	WC MUŽI	60,69	X
113	WC MUŽI	50,41	X
114	PŘÍPRAVNA SESTRY	880,46	PV
115	ORDINACE LÉKAŘE	878,56	PV
116	CHODBA	-94,69	X
117	CHODBA	-89,32	X
118	SPRCHA	261,24	PV
119	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	44,04	X
120	WC	82,46	PV
121	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	420,26	PV
122	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	403,96	PV
123	CHODBA	-82,18	X
124	KOUPELNA	384,86	PV
125	POKOJ	711,63	PV
126	CHODBA	-96,10	X
127	KOUPELNA	384,86	PV
128	POKOJ	711,63	PV
129	CHODBA	-96,10	X
131	POKOJ	852,42	PV
132	KOUPELNA	465,26	PV
133	PRACOVNA	405,21	PV
134	OBÝVACÍ POKOJ	1397,33	PV
135	CHODBA	406,34	PV

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Potřebný výkon (W)	
136	WC	133,37	PV
137	LOŽNICE	390,33	PV
138	LOŽNICE	506,55	PV
139	KOUPELNA	332,81	PV+Ž
140	GARÁŽ	356,73	DOT
141	GARÁŽ	1272,62	DOT
142	PŘÍPRAVNA LÉČIV	531,28	PV
143	DENNÍ MÍSTNOST	130,50	PV
144	ŠATNA	84,90	PV
145	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	37,42	X
146	WC	33,53	X
147	SPRCHA	190,01	PV+Ž
148	CHODBA	-121,63	X
149	PŘÍJEM LÉČIV	668,58	PV
150	SKLAD LÉČIV	-215,98	X
151	UMÝVÁRNA	510,31	PV
152	KANCELÁŘ	340,64	PV
153	VÝDEJNA LÉČIV	809,15	PV
154	PŘÍRUČNÍ SKLAD LÉČIV	43,60	X
155	TECHNICKÁ MÍSTNOST	402,92	DOT
156	ÚKLID	174,41	DOT
157	SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	722,08	DOT
158	CHODBA	1484,24	DOT
159	HALA	937,40	DOT
162	SKLAD	1,71	X
163	CHODBA	990,43	DOT
201	CHODBA	1163,88	DOT
202	HALA	842,12	DOT
203	SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	603,96	DOT
204	CHODBA	-88,02	X
205	KOUPELNA	646,14	PV+Ž
206	POKOJ	784,91	PV
208	CHODBA	-210,03	X
209	KOUPELNA	279,69	PV
210	POKOJ	728,78	PV
212	CHODBA	-173,36	X
213	KOUPELNA	315,77	PV
214	POKOJ	728,78	PV
216	CHODBA	-197,45	X
217	KOUPELNA	291,67	PV
218	POKOJ	728,78	PV

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Potřebný výkon (W)	
219	LOŽNICE	469,56	PV
221	CHODBA	-101,43	X
222	KOUPELNA	285,42	PV
223	POKOJ	753,04	PV
224	LOŽNICE	719,26	PV
226	CHODBA	-63,42	X
227	KOUPELNA	310,29	PV
228	POKOJ	729,90	PV
230	ÚKLID	109,56	DOT
231	CHODBA	10,57	X
232	KOUPELNA	423,69	PV
233	POKOJ	868,33	PV
234	LOŽNICE	798,02	PV
235	CHODBA	23,41	X
236	KOUPELNA	310,29	PV
237	POKOJ	728,78	PV
239	CHODBA	-91,83	X
240	KOUPELNA	289,09	PV
241	POKOJ	739,53	PV
242	LOŽNICE	696,00	PV
244	CHODBA	-210,54	X
245	KOUPELNA	271,27	PV
246	POKOJ	728,78	PV
247	LOŽNICE	447,79	PV
249	CHODBA	-202,44	X
250	KOUPELNA	269,98	PV
251	POKOJ	728,78	PV
253	CHODBA	-202,44	X
254	KOUPELNA	269,98	PV
255	POKOJ	728,78	PV
257	CHODBA	-195,94	X
258	KOUPELNA	690,94	PV+Ž
259	POKOJ	843,13	PV
262	CHODBA	1163,88	DOT
301	CHODBA	1368,37	DOT
302	HALA	1004,27	DOT
304	CHODBA	-165,12	X
305	KOUPELNA	684,25	PV+Ž
306	POKOJ	915,03	PV
308	CHODBA	-176,21	X
309	KOUPELNA	297,22	PV

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Č.M.	Název místnosti	Potřebný výkon (W)	
310	POKOJ	852,19	PV
312	CHODBA	-176,21	X
313	KOUPELNA	301,14	PV
314	POKOJ	852,19	PV
316	CHODBA	-176,21	X
317	KOUPELNA	301,14	PV
318	POKOJ	852,19	PV
319	LOŽNICE	548,78	PV
321	CHODBA	-65,28	X
322	KOUPELNA	307,33	PV
323	POKOJ	852,19	PV
324	LOŽNICE	795,89	PV
326	CHODBA	-38,39	X
327	KOUPELNA	322,72	PV
328	POKOJ	852,19	PV
330	ÚKLID	142,79	DOT
331	CHODBA	53,56	X
332	KOUPELNA	420,40	PV
333	POKOJ	953,50	PV
334	LOŽNICE	921,46	PV
335	CHODBA	-77,71	X
336	KOUPELNA	322,72	PV
337	POKOJ	852,19	PV
339	CHODBA	-65,28	X
340	KOUPELNA	280,00	PV
341	POKOJ	852,19	PV
342	LOŽNICE	795,89	PV
344	CHODBA	-176,21	X
345	KOUPELNA	301,14	PV
346	POKOJ	852,19	PV
347	LOŽNICE	535,43	PV
349	CHODBA	-176,21	X
350	KOUPELNA	301,14	PV
351	POKOJ	852,19	PV
353	CHODBA	-176,21	X
354	KOUPELNA	301,14	PV
355	POKOJ	852,19	PV
357	CHODBA	-165,12	X
358	KOUPELNA	729,95	PV+Ž
359	POKOJ	974,22	PV
361	CHODBA	1368,37	DOT
362	CHODBA	715,63	DOT

Vysvětlivky:

DOT..... deskové otopné těleso

PV..... podlahové vytápění

X..... bez otopné plochy, vytápěné přes přilehlé místnosti

Ž.....elektrické přímotopné těleso

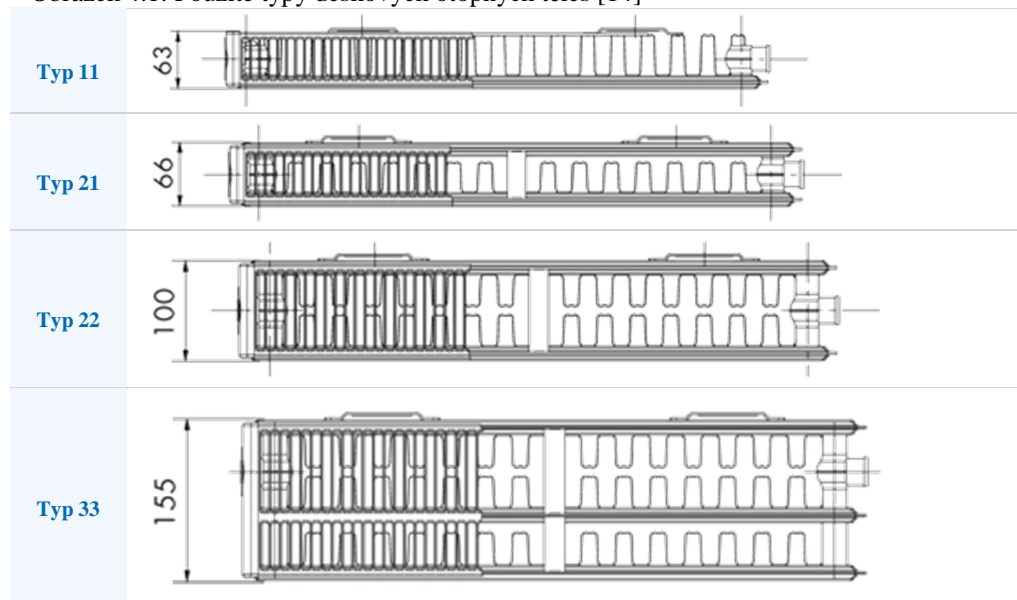
4.2 Návrh deskových otopných těles

Byla navržena desková otopná tělesa Korado Radik VKU. Způsob připojení lze realizovat jak z pravé, tak z levé strany. Většina těles v objektu je navržena na připojení z levé strany.

Desková otopná tělesa byla navržena s pomocí výpočetního programu poskytovaného zdarma společností Korado.

Přehled navrhovaných typů těles:

Obrázek 4.1: Použité typy deskových otopných těles [14]



Označení těles: 11 VKU 600/600

Typ tělesa výška/šířka tělesa v mm

Obrázek 4.2: Možné způsoby připojení těles [15]



4.2.1 Návrh deskových otopných těles

Tabulka 5: Návrh deskových otopných těles

Č.M.	Název místnosti	Ztráta místnosti Q_M (W)	Těleso označení	teplota interiéru t_i (°C)	Typ otopného tělesa	Teplotní spád t_{w1}/t_{w2} (°C)	Rozdílový ukazatel c (-)	Δt (°C), Δt_{in} (°C)	Skutečný výkon OT Q_T (W)	Procento pokrytí Q_T/Q_M (%)
101	VSTUPNÍ HALA	935,80	11 VKU 600/700	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	1068,00	114,13
102	VRÁTNICE	542,56	22 VKU 600/800	20,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,67	24,66	674,00	124,23
140	GARÁŽ	356,73	21 VKU 600/500	5,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,78	40,00	374,00	104,84
141	TECHNICKÁ MÍSTNOST	1272,62	33 VKU 600/1100	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	1322,00	103,88
155	SKLAD	402,92	11 VKU 600/700	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	450,00	111,68
156	ÚKLID	174,41	20 VKU 600/400	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	200,00	114,67
157	SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	722,08	33 VKU 600/700	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	842,00	116,61
158	CHODBA	1484,24	22 VKU 600/600	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	505,00	112,45
158	CHODBA		21 VKU 600/600	15,00					388,00	
158	CHODBA		21 VKU 600/600	15,00					388,00	
158	CHODBA		21 VKU 600/600	15,00					388,00	
159	HALA	937,40	20 VKU 600/1000	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	500,00	106,68
159	HALA								500,00	
163	CHODBA	990,43	21 VKU 600/600	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	388,00	117,52
163	CHODBA								388,00	
163	CHODBA								388,00	

Č.M.	Název místnosti	Ztráta místnosti Q_M (W)	Těleso označení	teplota interiéru t_i (°C)	Typ otopného tělesa	Teplotní spád t_{w1}/t_{w2} (°C)	Rozdílový ukazatel c (-)	Δt (°C), Δt_{ln} (°C)	Skutečný výkon OT Q_T (W)	Procento pokrytí Q_T/Q_M (%)
201	CHODBA	1163,88	22 VKU 600/900	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	598,00	113,33
201	CHODBA		33 VKU 600/800						721,00	
202	HALA	842,12	20 VKU 600/900	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	450,00	106,87
202	HALA		450,00							
203	SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	603,96	33 VKU 600/1000	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	648,00	107,29
230	ÚKLID	109,56	11 VKU 600/400	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	230,00	209,93
262	CHODBA	1163,88	22 VKU 600/700	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	590,00	108,60
262	CHODBA		22 VKU 600/800						674,00	
301	CHODBA	1368,37	21 VKU 600/800	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	518,00	108,16
301	CHODBA		33 VKU 600/800						962,00	
302	HALA	1004,27	21 VKU 600/800	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	518,00	103,16
302	HALA		518,00							
330	ÚKLID	142,79	20 VKU 600/400	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	200,00	140,07
361	CHODBA	1368,37	22 VKU 600/900	15,00	KORADO RADIK VKU - SE SPODNÍM PŘIPOJENÍM	50/40	0,71	30,00	758,00	110,79
361	CHODBA		758,00							

Použité veličiny a výpočtové vztahy:

Skutečný výkon tělesa $Q_T = Q \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3$ (W)

Teplotní exponent $n=1,3$ (-)

Rozdílový ukazatel $c = \frac{t_{w2} - t_i}{t_{w1} - t_i}$ (-)

pro $c \geq 0,7$ $\Delta t = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{2} - t_i$ (°C)

Přepočet výkonu tělesa $Q = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_n}\right)^n$ (W)

pro $c < 0,7$ $\Delta t_{ln} = \frac{(t_{w1} - t_{w2})}{\ln\left[\frac{(t_{w1} - t_i)}{(t_{w2} - t_i)}\right]} - t_i$ (°C)

Přepočet výkonu tělesa $Q = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}}\right)^n$ (W)

Součinitel způsobu připojení tělesa	φ (-), všechna tělesa $\varphi=1$ (spodní připojení)
Součinitel na úpravu okolí	z_1 (-)
Součinitel na počet článků	z_2 (-)
Součinitel na umístění tělesa v místnosti	z_3 (-)

4.2.2 Návrh elektrických přímotopných těles

V části koupelen nelze pokrýt potřebnou tepelnou ztrátu podlahovým vytápěním, proto do těchto místností byly navrženy elektrické přímotopy Koralux Linear Comfort –E.

Tabulka 6: Návrh elektrických přímotopných těles

Č.M.	Název místnosti	Vnitřní výpočtová teplota (°C)	Potřebný výkon přímotopného tělesa (W)	Skutečný výkon přímotopného tělesa (W)	Označení přímotopného tělesa
139	Koupelna	24	185,39	200	KLTE 700.600
147	Koupelna	24	126,31	200	KLTE 700.600
205	Koupelna	24	285,29	300	KLTE 900.600
258	Koupelna	24	330,09	400	KLTE 1220.600
305	Koupelna	24	323,4	400	KLTE 1220.600
358	Koupelna	24	369,1	400	KLTE 1220.600

4.2.3 Dimenzování potrubních rozvodů k deskovým otopným tělesům

Potrubní rozvody pro větve deskových otopných těles budou vedeny v podlaze ve vrstvě tepelné izolace. V místě připojení tělesa bude potrubí vedeno v drážce ve zdivu. Nastavení regulačního šroubení a H armatury bylo určeno dle hodnoty průtokového součinitele k_v , z podkladů poskytovaných výrobcem.

Dimenzační schéma je součástí přílohy P1.

Aplikace alternativních zdrojů energie pro vytápění penzionu pro důchodce

Tabulka 7: Dimenzování potrubních rozvodů k DOT

č.ú.	Q _T (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R _l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	ΔP _{RV} (Pa)	nastavení TRV	R _l +Z+ΔP _{RV} (Pa)	ΔP _{DIS} (Pa)
DIMENZOVÁNÍ HLAVNÍHO ÚSEKU													
1	758,00	65,28	28,18	15x1	28,00	0,14	789,04	26,40	236,53	620,00	6 TRV	1645,57	1645,57
úsek k tělesu 32													
2	1516,00	130,56	49,08	18x1	36,00	0,18	1766,88	16,67	271,45	0,00		2038,33	3683,90
3	1716,00	147,79	7,52	18x1	40,00	0,19	300,80	18,60	344,13	0,00		644,93	4328,83
4	3184,00	274,22	7,52	22x1	40,00	0,23	300,80	18,60	475,33	0,00		776,13	5104,96
5	3384,00	291,44	5,90	22x1	45,00	0,24	265,50	3,40	99,51	0,00		365,01	5469,97
6	5425,00	467,22	9,70	22x1	90,00	0,36	873,00	6,50	421,05	0,00		1294,05	6764,03
7	7094,00	610,97	7,56	28x1,5	55,00	0,32	415,80	6,22	317,04	0,00		732,84	7496,87
8	8871,00	764,01	5,56	28x1,5	90,00	0,43	500,40	3,20	285,48	0,00		785,88	8282,75
9	9259,00	797,43	6,70	28x1,5	100,00	0,45	670,00	3,20	321,39	0,00		991,39	9274,15
10	10035,00	864,26	4,50	28x1,5	110,00	0,48	495,00	4,20	469,78	0,00		964,78	10238,93
11	11731,00	1010,33	4,00	28x1,5	140,00	0,55	560,00	4,20	617,78	0,00		1177,78	11416,71
12	17005,00	1464,55	2,00	35x1,5	90,00	0,51	180,00	2,50	314,67	0,00		494,67	11911,38

č.ú.	Q _T (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R _l (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	ΔP _{RV} (Pa)	nastavení TRV	R _l +Z+ΔP _{RV} (Pa)	ΔP _{DIS} (Pa)
DIMENZOVÁNÍ VEDELEJŠÍCH ÚSEKŮ													
A	758,00	65,28	0,30	15x1	28,00	0,13	8,40	21,12	172,78	1464,39	4 TRV	1637,17	1637,17
úsek k tělesu 31, připojeno k úseku 1													
B	200,00	17,22	0,40	10x1	19,00	0,08	7,60	21,12	66,45	2159,85	3 TRV, 3 HŠ	3683,90	3683,90
úsek k tělesu 30, připojeno k úseku 2													
C	674,00	58,05	28,12	15x1	35,00	0,15	984,20	30,00	331,83	1501,40	6 TRV	2817,43	2817,43
úsek k tělesu 25													
C1	1264,00	108,86	49,12	18x1	25,00	0,15	1228,00	17,12	189,36			1417,36	4234,80
C1'	590,00	50,81	1,00	12x1	30,00	0,11	30,00	20,40	130,33	3989,46	3 TRV	4234,80	4234,80
úsek k tělesu 24													
C2	1468,00	126,43	1,96	18x1	30,00	0,16	58,80	2,80	35,24			94,04	4328,83
C2'	204,00	17,57	1,00	12x1	7,50	0,05	7,50	20,40	25,07	2846,26	3 TRV, 3 HŠ	4328,83	4328,83
úsek k tělesu 23, připojeno k úseku 3													
E	200,00	17,22	0,60	12x1	22,00	0,10	13,20	20,40	90,89	5000,87	3 TRV	5104,96	5104,96
úsek k tělesu 9, připojeno k úseku 4													
D	674,00	58,05	12,28	12x1	60,00	0,17	736,80	26,00	378,13	3772,96	3 TRV	4887,89	4887,89
úsek k tělesu 13													
D1	1124,00	96,80	1,68	15x1	45,00	0,18	75,60	3,50	54,52			130,12	5018,01
D1'	450,00	38,76	6,10	12x1	36,00	0,13	219,60	20,40	161,75	4636,66	3 TRV	5018,01	5018,01
úsek k tělesu 12													
D2	1480,00	127,46	6,60	15x1	45,00	0,18	297,00	3,50	54,52			351,52	5369,52
D2'	356,00	30,66	0,50	12x1	36,00	0,13	18,00	20,40	161,75	5189,77	3 TRV	5369,52	5369,52
úsek k tělesu 11													
D3	1845,00	158,90	4,10	15x1	80,00	0,25	328,00	4,10	123,97			451,97	5469,97
D3'	721,00	62,10	0,50	15x1	40,00	0,14	20,00	20,40	185,49	5264,48	4 TRV	5469,97	5469,97
úsek k tělesu 10, připojeno k úseku 5													
F	388,00	33,42	12,24	12x1	33,00	0,12	403,92	26,72	189,15	3407,03	3 TRV	4000,10	4000,10
úsek k tělesu 17													
F1	776,00	66,83	16,06	12x1	50,20	0,18	806,21	6,60	105,12			911,34	4911,44
F1'	388,00	33,42	1,20	10x1	24,00	0,11	28,80	20,40	121,35	4761,29	3 TRV	4911,44	4911,44
úsek k tělesu 16													
F2	1164,00	100,25	15,04	15x1	33,00	0,15	496,32	5,92	65,48			561,80	5473,24
F2'	388,00	33,42	1,20	10x1	24,00	0,11	28,80	20,40	121,35	5323,09	3 TRV	5473,24	5473,24
úsek k tělesu 15													
F3	1669,00	143,74	11,32	15x1	100,00	0,28	1132,00	4,12	158,79			1290,79	6764,03
F3'	505,00	43,49	1,20	15x1	33,00	0,15	39,60	20,40	225,64	6218,78	3 TRV	6764,03	6764,03
úsek k tělesu 14, připojeno k úseku 6													
G	777,00	66,92	6,20	15x1	30,00	0,14	186,00	22,80	219,69	5021,06	3 TRV	5426,74	5426,74
úsek k tělesu 8													
G1	1277,00	109,98	9,38	15x1	70,00	0,23	656,60	3,10	80,62			737,22	6163,96
G1'	500,00	43,06	1,40	12x1	50,00	0,16	70,00	20,40	256,73	5837,23	3 TRV	6163,96	6163,96
úsek k tělesu 7													
G2	1777,00	153,04	8,40	15x1	130,00	0,33	1092,00	4,50	240,91			1332,91	7496,87
G2'	500,00	43,06	1,40	12x1	50,00	0,16	70,00	20,40	256,73	7170,13	3 TRV	7496,87	7496,87
úsek k tělesu 6, připojeno k úseku 7													
H	388,00	33,42	0,60	12x1	55,00	0,16	33,00	20,40	256,73	7993,02	3 TRV, 4 HŠ	8282,75	8282,75
úsek k tělesu 8, připojeno k úseku 8													

č.ú.	Q_T (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R _l (Pa)	$\sum \xi$ (-)	Z (Pa)	Δp_{rv} (Pa)	nastavení TRV	R _l +Z+ Δp_{rv} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
DIMENZOVÁNÍ VEDLEJŠÍCH ÚSEKŮ													
I	388,00	33,42	8,04	12x1	19,00	0,10	152,76	21,40	105,20	7946,63	3 TRV, 4HŠ	8204,59	8204,59
úsek k tělesu 3													
II	776,00	66,83	10,80	12x1	90,00	0,22	972,00	4,10	97,55			1069,55	9274,15
II'	388,00	33,42	1,20	12x1	40,00	0,14	48,00	20,41	196,66	9029,49	3 TRV, 3 HŠ	9274,15	9274,15
úsek k tělesu 4, připojeno k úseku 9													
J	374,00	32,21	6,68	12x1	36,00	0,13	240,48	23,50	195,24	9220,45	3 TRV, 3 HŠ	9656,17	9656,17
úsek k tělesu 2													
J1	1696,00	146,07	4,00	15x1	120,00	0,31	480,00	2,12	102,76			582,76	10238,93
J1'	1322,00	113,86	1,60	15x1	75,00	0,24	120,00	20,40	577,65	9541,28	4 TRV	10238,93	10238,93
úsek k tělesu 1, připojeno k úseku 10													
1*	518	44,61	11	12x1	50	0,16	530,00	26	305,90	7262	3 TRV, 4 HŠ	8098	8098
úsek k tělesu 29													
2*	1036	89,22	8	15x1	55	0,20	445,50	6	116,02			562	8660
3*	2516	216,69	21	18x1	45	0,21	963,00	10	208,54			1172	9831
4*	5374	462,83	17	18x1	80	0,29	1376,00	5	209,40			1585	11417
připojeno k úseku 11													
N	518,00	44,61	1,20	12x1	70,00	0,19	84,00	20,40	362,03	7652,22	3 TRV, 4 HŠ	8098,26	8098,26
úsek k tělesu 28, připojeno k úseku 1*													
M	962,00	82,85	13,50	10x1	60,00	0,16	810,00	27,00	339,79	7101,76	4 TRV	8251,55	8251,55
úsek k tělesu 27													
M1	1480,00	127,46	11,70	15x1	33,00	0,15	386,10	2,00	22,12			408,22	8659,77
M1'	518,00	44,61	1,20	12x1	50,00	0,16	60,00	20,40	240,94	8358,83	3 TRV, 3 HŠ	8659,77	8659,77
úsek k tělesu 26, připojeno k úseku 2*													
K	721,00	62,10	27,18	15x1	28,00	0,14	761,04	27,60	265,94	8613,48	3 TRV	9640,46	9640,46
úsek k tělesu 19													
K1	1310,00	112,82	1,48	15x1	75,00	0,24	111,00	2,82	79,85			190,85	9831,31
K1'	589,00	50,73	1,20	12x1	70,00	0,19	84,00	20,40	362,03	9385,28	3 TRV	9831,31	9831,31
úsek k tělesu 18, připojeno k úseku 3*													
L	648,00	55,81	11,24	15x1	24,00	0,12	269,76	23,80	168,48	10450,00	3 TRV	10888,24	10888,24
úsek k tělesu 22													
L1	1098,00	94,56	4,40	15x1	33,00	0,15	145,20	2,10	23,23			168,43	11056,67
L1'	450,00	38,76	1,20	10x1	19,00	0,10	22,80	20,40	100,29	10933,58	3 TRV, 3 HŠ	11056,67	11056,67
úsek k tělesu 20, připojeno k úseku 4*													
L2	1548,00	133,32	4,70	15x1	60,00	0,21	282,00	3,60	78,05			360,05	11416,71
L2'	450,00	38,76	1,80	12x1	36,00	0,13	64,80	20,40	169,48	11182,43	3 TRV, 3 HŠ	11416,71	11416,71

Použité veličiny a výpočtové vztahy:

Výkon tělesa

$$Q_T \text{ (W)}$$

Hmotnostní průtok

$$M = \frac{Q_T}{1,163 \cdot \Delta t} \text{ (kg/h)}$$

Rozdíl teplot

$$\Delta t = t_{w1} - t_{w2} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Teplotní spád

$$t_{w1}/t_{w2} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Tlaková ztráta třením

$$R = \lambda \cdot \frac{w^2}{2 \cdot d \cdot \rho} \text{ (Pa/m)}$$

Rychlost proudění vody v potrubí

$$w = \frac{M}{\rho \cdot S} \text{ (m/s)}$$

Vnitřní profil potrubí

$$d = D - 2 \cdot t \text{ (mm)}$$

Vnější profil potrubí

$$D \text{ (mm)}$$

Tloušťka stěny potrubí

$$t \text{ (mm)}$$

Hustota vody	ρ (kg/m^3)
Součinitel tření	λ (-)
Délka potrubí	l (m)
Tlaková ztráta vřazenými odpory	$Z = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$
Součinitel místního odporu	ξ (-)
Tlaková ztráta škrcením	Δp_{RV} (Pa), odečteno z grafu výrobce
Celková tlaková ztráta úseku	$\Delta p_{DIS} = R \cdot l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)


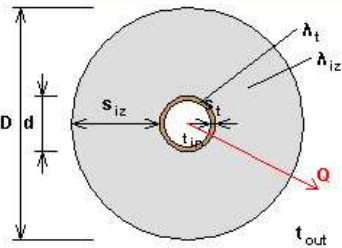
4.2.4 Izolace potrubí

Návrh tloušťky izolací potrubí byl proveden pomocí výpočetního programu na www.tzb-info.cz, Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu.

Potrubí průměru 12x1

Obrázek 4.3: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]


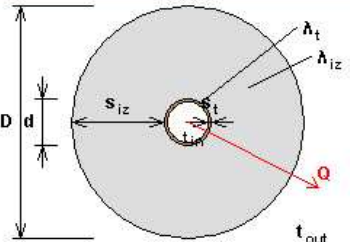
Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 20</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 20$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 12x1</p> <p>Průměr $d = 12$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojuj tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$d = 12.0$ mm $D = 52.0$ mm $s_{iz} = 20.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 52$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_0 = 0.138 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 22.5$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 11.3$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 4.1$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>63 %</p>

Potrubi průměru 15x1

Obrázek 4.4: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]


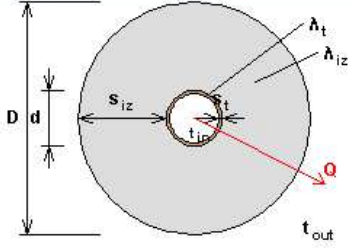
Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0,035$ W / m K</p>	 <p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 15x1</p> <p>Průměr $d = 15$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	
 <p>$d = 15.0$ mm $D = 75.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $a_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_0 = 0.13 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 21.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 14.1$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 3.9$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>72 %</p>

Potrubí průměru 18x1

Obrázek 4.5: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]


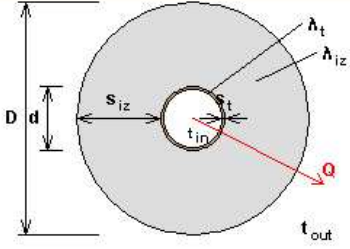
Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	 <p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spoju tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 18x1</p> <p>Průměr $d = 18$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	
 <p>$d = 18.0$ mm $D = 78.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 78$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.142 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 21.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 17$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.3$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	75 %

Potrubí průměru 22x1

Obrázek 4.6: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]


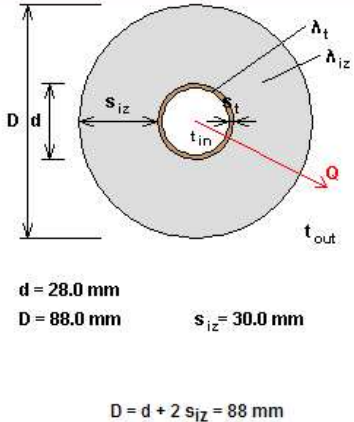
Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	 <p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 22x1</p> <p>Průměr $d = 22$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
 <p>$d = 22.0$ mm $D = 82.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm</p>	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.158 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 21.8$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 20.7$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 4.7$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	77 %

Potrubí průměru 28x1,5

Obrázek 4.7: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]


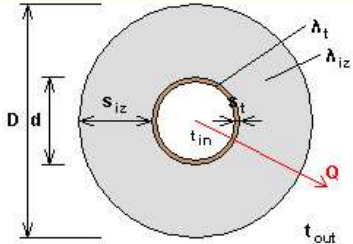
Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	 <p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních prúdůchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojuj tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 28x1.5</p> <p>Průměr $d = 28$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	
 <p>$d = 28.0$ mm $D = 88.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 88$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $a_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_o = 0.18 \leq 0.18$ W / m K => NEVYHOVUJE (přibližná tl. izolace = 30.2 mm)</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 22$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 26.4$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 5.4$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>79 %</p>

Potrubi průměru 35x1,5

Obrázek 4.8: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 35x1.5</p> <p>Průměr $d = 35$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojuj tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu.</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$d = 35.0$ mm $D = 95.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 95$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $\rho_h = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_0 = 0.206 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 22.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 33$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 6.2$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>81 %</p>

4.3 Návrh podlahového vytápění

Maximální povrchové teploty podlahy

- Pobytová zóna $t = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Okrajová zóna $t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Koupelny $t = 33 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Teplotní spád

Rozdíl mezi přívodní a vratnou topnou vodou byl zvolen 10 K, optimálně by se měl pohybovat mezi 5 K až 15 K.

Tepelný odpor vrstvy podlahy, charakteristické číslo podlahy

Tabulka 8: Tepelný odpor vrstvy podlahy

Konstrukce podlah 2NP a 3NP		
Vrstvy nad trubkami		
Materiál	Tloušťka (mm)	λ (W/mK)
Keramická dlažba	10	1,010
Betonová roznášecí vrstva	50	1,100
Tepelná propustnost	Λ_a 7,21	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vrstvy pod trubkami		
Materiál	Tloušťka (mm)	λ (W/mK)
Isover EPS 70S	100	0,031
Žb deska	200	1,220
Omítka	10	0,880
Tepelná propustnost	Λ_b 0,284	$\text{W/m}^2\text{K}$
Charakteristické číslo podlahy	m 8,070	m^{-1}

Konstrukce podlah 1NP		
Vrstvy nad trubkami		
Materiál	Tloušťka (mm)	λ (W/mK)
Keramická dlažba	10	1,010
Betonová roznášecí vrstva	50	1,100
Tepelná propustnost	Λ_a 7,21	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vrstvy pod trubkami		
Materiál	Tloušťka (mm)	λ (W/mK)
Isover EPS Grey	180	0,031
Tepelná propustnost	Λ_b 0,169	$\text{W/m}^2\text{K}$
Charakteristické číslo podlahy	m 7,788	m^{-1}

Použité veličiny a výpočtové vztahy:

Součinitel tepelné vodivosti	λ (W/mK)
Tepelná propustnost	$\Lambda = \frac{1}{\left(\frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_p}\right)}$ (W/m ² K)
Tepelná propustnost horní vrstvy podlahy	Λ_a (W/m ² K)
Tepelná propustnost spodní vrstvy podlahy	Λ_b (W/m ² K)
Součinitel přestupu tepla na horní/spodní straně podlahy	α (W/m ² K)
Charakteristické číslo podlahy	$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}{\pi^2 \cdot \lambda_a \cdot d}}$ (m ⁻¹)
Průměr potrubí	d (m)

4.3.1 Návrh okruhů podlahového vytápění

Místnosti **zvýrazněné** v následující tabulce mají zvýšený výkon topné plochy z důvodu vytápění přilehlých místností, které mají příliš malou tepelnou ztrátu.

Místnosti **zvýrazněné** v následující tabulce mají velkou tepelnou ztrátu, kterou nepokryje podlahové vytápění, bude v nich umístěno přídatné otopné těleso. Jako přídatná otopná tělesa byly zvoleny elektrická přímotopná tělesa. Jejich návrh je součástí kapitoly 4.2.2.

Tabulka 9: Návrh podlahového vytápění

Č.M.	Název místnosti	Q _c (W)	S místnosti (m ²)	S _{it} (m ²)	q _{podlaží} (W/m ²)	q (W/m ²)	q' ¹ (W/m ²)	t _{max} (°C)	t _i (°C)	t _p (°C)	α	m (m ⁻¹)	T (m)	λ _a (W/m ² K)	λ _b (W/m ² K)	l (m)	Q _{pc} (W)	%
104	WC	123,70	1,79	1,40	69,30	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	4,67	126,01	101,87
106	ORDINACE LÉKÁŘE	1647,12	39,75	24,50	41,44	72,14	4,00	34,20	30,03	10,00	7,79	0,20	7,20	0,16	0,16	122,50	1865,56	113,26
108	ČEKÁRNA	444,41	17,16	5,20	25,90	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	17,33	468,05	105,32
109	WC INVALIDA	156,45	5,00	2,30	31,29	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	7,67	207,02	132,32
110	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	149,69	1,89	1,50	79,20	104,45	3,75	34,20	28,44	10,00	7,79	0,20	7,20	0,16	0,16	7,50	162,31	108,43
114	PŘÍPRAVNA SESTRY	880,46	20,50	12,00	42,95	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	40,00	1080,12	122,68
115	ORDINACE LÉKÁŘE	878,56	19,12	16,00	45,95	59,72	3,85	34,20	29,08	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	53,33	1017,20	115,78
118	SPRCHA	261,24	3,45	3,10	75,72	83,13	4,14	34,20	30,86	10,00	7,79	0,10	7,20	0,16	0,16	31,00	270,52	103,55
120	WC	125,84	2,84	1,30	44,31	113,09	3,85	34,20	29,07	10,00	7,79	0,15	7,20	0,16	0,16	8,67	152,02	120,80
121	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	420,26	12,06	5,40	34,85	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	18,00	486,05	115,66
122	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	403,96	13,34	4,90	30,28	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	16,33	441,05	109,18
124	KOUPELNA	384,86	7,08	4,73	54,36	83,13	4,14	34,20	30,86	10,00	7,79	0,10	7,20	0,16	0,16	47,30	412,76	107,25
125	POKOJ	711,63	26,62	8,90	26,73	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	29,67	801,09	112,57
127	KOUPELNA	384,86	7,08	4,73	54,36	83,13	4,14	34,20	30,86	10,00	7,79	0,10	7,20	0,16	0,16	47,30	412,76	107,25
128	POKOJ	711,63	26,62	8,90	26,73	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	29,67	801,09	112,57
131	POKOJ	852,42	28,03	11,00	30,41	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	36,67	990,11	116,15
132	KOUPELNA	465,26	8,16	5,29	57,02	84,71	4,16	34,20	30,98	10,00	7,79	0,08	7,20	0,16	0,16	66,13	470,12	101,04
133	PRACOVNA	405,21	8,10	5,20	50,03	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	17,33	468,05	115,51
134	OBÝVACÍ POKOJ	1397,33	42,04	17,00	33,24	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	56,67	1530,17	109,51
135	CHODBA	406,34	18,77	3,90	21,65	121,00	3,14	34,15	24,65	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	13,00	484,14	119,15
136	WC	133,37	2,89	1,60	46,15	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	5,33	144,02	107,98
137	LOŽNICE	390,33	12,38	5,00	31,53	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	16,67	450,05	115,30
138	LOŽNICE	506,55	13,58	6,20	37,30	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	20,67	558,06	110,17
139	KOUPELNA	332,81	3,82	1,71	87,12	83,13	4,14	34,24	30,86	10,00	7,79	0,10	7,20	0,16	0,16	17,10	149,22	44,84
142	PŘÍPRAVNA LÉČIV	531,28	12,50	6,00	42,50	93,29	3,62	35,20	27,62	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	20,00	581,46	109,44
143	DENNÍ MÍSTNOST	130,50	4,08	1,60	31,98	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	5,33	144,02	110,36
144	ŠATNA	121,25	2,03	1,48	59,73	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	0,16	4,93	133,22	109,87

Č.M.	Název místnosti	Q _c (W)	S místnosti (m ²)	S ₁₁ (m ²)	q _{monté} (W/m ²)	q (W/m ²)	q' (W/m ²)	t _{max} (°C)	t _i (°C)	t _p (°C)	α	m (m ⁻¹)	T (m)	λ _a (W/m ² K)	λ _b (W/m ² K)	l (m)	Q _{pe} (W)	%
147	SPRCHA	190,01	1,96	0,73	96,94	83,13	4,14	34,24	30,86	10,00	7,79	0,10	7,20	0,16	7,20	7,30	63,70	33,53
149	PŘÍJEM LÉČIV	668,58	10,46	7,20	63,92	95,36	3,64	34,20	27,77	10,00	7,79	0,25	7,20	0,16	7,20	28,80	712,81	106,61
151	UMÝVÁRNA	510,31	8,25	6,50	61,86	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	7,20	21,67	585,07	114,65
152	KANCELÁŘ	340,64	8,70	4,10	39,15	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	7,20	13,67	369,04	108,34
153	VÝDEJNA LÉČIV	809,15	28,36	10,30	28,53	86,47	3,54	34,20	27,11	10,00	7,79	0,30	7,20	0,16	7,20	34,33	927,10	114,58
205	KOUPELNA	646,14	5,75	4,12	112,37	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	7,20	41,20	360,85	55,85
206	POKOJ	784,91	28,48	10,00	27,56	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	33,33	894,85	114,01
209	KOUPELNA	279,69	5,75	4,53	48,64	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	7,20	22,65	341,57	122,13
210	POKOJ	728,78	27,12	9,00	26,87	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	30,00	805,36	110,51
213	KOUPELNA	315,77	5,75	4,53	54,92	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	7,20	22,65	341,57	108,17
214	POKOJ	728,78	27,12	9,00	26,87	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	30,00	805,36	110,51
217	KOUPELNA	291,67	5,75	4,37	50,73	77,49	4,50	34,24	30,43	10,00	8,07	0,15	7,20	0,63	7,20	29,13	358,29	122,84
218	POKOJ	728,78	27,12	9,50	26,87	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	31,67	850,11	116,65
219	LOŽNICE	469,56	19,90	6,20	23,60	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	20,67	554,81	118,15
222	KOUPELNA	285,42	5,82	3,94	49,04	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	7,20	19,70	297,09	104,09
223	POKOJ	753,04	27,38	9,10	27,51	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	30,33	814,31	108,14
224	LOŽNICE	719,26	21,03	8,70	34,20	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	29,00	778,52	108,24
227	KOUPELNA	310,29	5,75	3,94	53,96	77,49	4,50	34,24	30,43	10,00	8,07	0,15	7,20	0,63	7,20	26,27	323,03	104,10
228	POKOJ	729,90	27,19	9,50	26,84	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	31,67	850,11	116,47
232	KOUPELNA	423,69	9,45	7,00	44,83	58,44	3,48	34,24	28,98	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	23,33	433,43	102,30
233	POKOJ	868,33	31,91	11,00	27,21	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	36,67	984,33	113,36
234	LOŽNICE	798,02	32,06	10,10	24,89	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	33,67	903,80	113,26
236	KOUPELNA	310,29	5,75	3,94	53,96	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	7,20	39,40	345,09	111,21
237	POKOJ	728,78	27,12	9,00	26,87	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	30,00	805,36	110,51
240	KOUPELNA	289,09	5,75	4,18	50,28	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	7,20	20,90	315,18	109,02
241	POKOJ	739,53	27,12	9,00	27,27	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	30,00	805,36	108,90
242	LOŽNICE	696,00	21,68	8,40	32,10	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	7,20	28,00	751,67	108,00
245	KOUPELNA	271,27	5,75	4,12	47,18	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	7,20	20,60	310,66	114,52

Č..M.	Název místnosti	Q _c (W)	S (m ²)	S ₁ (m ²)	q _{unině} (W/m ²)	q (W/m ²)	q' (W/m ²)	t _{max} (°C)	t _t (°C)	t _p (°C)	α	m (m ⁻¹)	T (m)	λ _a (W/m ² K)	λ _b (W/m ² K)	l (m)	Q _{pe} (W)	%
246	POKOJ	728,78	27,12	9,00	26,87	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	30,00	805,36	110,51	
247	LOŽNICE	447,79	19,25	5,80	23,26	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	19,33	519,01	115,90	
250	KOUPELNA	269,98	5,75	4,12	46,95	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	20,60	310,66	115,07	
251	POKOJ	728,78	27,12	9,00	26,87	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	30,00	805,36	110,51	
254	KOUPELNA	269,98	5,75	4,12	46,95	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	20,60	310,66	115,07	
255	POKOJ	728,78	27,12	9,00	26,87	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	30,00	805,36	110,51	
258	KOUPELNA	690,94	5,75	4,12	120,16	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	52,23	
259	POKOJ	843,13	28,48	10,60	29,60	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	35,33	948,54	112,50	
305	KOUPELNA	684,25	5,75	4,12	119,00	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	52,74	
306	POKOJ	915,03	28,48	11,00	32,13	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	36,67	984,33	107,57	
309	KOUPELNA	297,22	5,75	4,12	51,69	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	20,60	310,66	104,52	
310	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	34,33	921,69	108,16	
313	KOUPELNA	301,14	5,75	4,12	52,37	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	119,83	
314	POKOJ	852,19	27,12	10,10	31,42	103,15	5,83	34,20	28,34	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	50,50	1100,66	129,16	
317	KOUPELNA	301,14	5,75	4,12	52,37	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	119,83	
318	POKOJ	852,19	27,12	10,10	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	33,67	903,80	106,06	
319	LOŽNICE	548,78	19,90	6,50	27,58	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	21,67	581,65	105,99	
322	KOUPELNA	307,33	5,75	3,94	53,45	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	39,40	345,09	112,29	
323	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	34,33	921,69	108,16	
324	LOŽNICE	795,89	21,68	10,00	36,71	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	33,33	894,85	112,43	
327	KOUPELNA	322,72	5,75	3,94	56,13	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	39,40	345,09	106,93	
328	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	34,33	921,69	108,16	
332	KOUPELNA	420,40	9,45	7,46	44,49	58,44	3,48	34,24	28,98	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	24,87	461,91	109,87	
333	POKOJ	953,50	31,91	11,20	29,88	103,15	5,83	34,20	28,34	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	56,00	1220,54	128,01	
334	LOŽNICE	921,46	32,06	11,20	28,74	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	37,33	1002,23	108,77	
336	KOUPELNA	322,72	5,75	3,94	56,13	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	39,40	345,09	106,93	
337	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	34,33	921,69	108,16	
340	KOUPELNA	280,00	5,75	4,18	48,70	71,24	4,16	34,24	29,96	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	20,90	315,18	112,56	

Č.M.	Název místnosti	Q _c (W)	S místnosti (m ²)	S _{it} (m ²)	q _{monté} (W/m ²)	q (W/m ²)	q' (W/m ²)	t _{max} (°C)	t _i (°C)	t _p (°C)	α	m (m ⁻¹)	T (m)	A _a (W/m ² K)	Δ _b (W/m ² K)	l (m)	Q _{pc} (W)	%
341	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	34,33	921,69	108,16	
342	LOŽNICE	795,89	21,68	9,20	36,71	103,15	5,83	34,20	28,34	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	46,00	1002,58	125,97	
345	KOUPELNA	301,14	5,75	4,12	52,37	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	119,83	
346	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	34,33	921,69	108,16	
347	LOŽNICE	535,43	19,25	6,50	27,81	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	21,67	581,65	108,63	
350	KOUPELNA	301,14	5,75	4,12	52,37	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	119,83	
351	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	103,15	5,83	34,20	28,34	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	51,50	1122,46	131,71	
354	KOUPELNA	301,14	5,75	4,12	52,37	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	119,83	
355	POKOJ	852,19	27,12	10,30	31,42	84,61	4,87	34,20	26,97	10,00	8,07	0,30	7,20	0,63	34,33	921,69	108,16	
358	KOUPELNA	729,95	5,75	4,12	126,95	82,81	4,78	34,24	30,83	10,00	8,07	0,10	7,20	0,63	41,20	360,85	49,44	
359	POKOJ	974,22	28,48	11,80	34,21	103,15	5,83	34,20	28,34	10,00	8,07	0,20	7,20	0,63	59,00	1285,92	131,99	

Použité veličiny a výpočtové vztahy:

Tepelná ztráta místnosti	Q_c (W)
Podlahová plocha místnosti	S (m^2)
Plocha topného hada	S_{i1} (m^2)
Požadovaná hustota tepelného toku	$q_{nutné} = \frac{Q_c}{S}$ (W/m^2)
Měrný tepelný výkon otopné plochy	$q = \alpha \cdot (t_p - t_i)^{1,1}$ (W/m^2K)
Měrný tepelný tok směrem dolů	$q' = \Lambda_b \cdot \frac{\alpha}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i)$ (W/m^2K)
Střední teplota topné vody	t_{max} ($^{\circ}C$)
Návrhová teplota interiéru	t_i ($^{\circ}C$)
Střední povrchová teplota podlahy	$t_p = \frac{\Lambda_a}{\alpha} \cdot (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh(\frac{m \cdot T}{2})}{m \cdot \frac{T}{2}} + t_i$ ($^{\circ}C$)
Celkový součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy	α_p (W/m^2K)
Tepelná propustnost vrstev nad/pod trubkami	Λ_a/Λ_b (W/m^2K)
Rozteč trubek	T (m)
Délka topného hada	$l = \frac{S_{i1}}{T}$ (m)
Celkový tepelný příkon otopné plochy	$Q_{pc} = S_{i1} \cdot (q + q')$ (W)
Celkový tepelný příkon místností v nejvyšším podlaží	$Q_{pc} = S_{i1} \cdot q$ (W)

4.3.2 Dimenzování okruhů podlahového vytápění

Okruhy podlahového vytápění jednotlivých místností jsou dimenzovány k příslušnému dílčímu rozdělovači a sběrači, z něhož vycházejí. Na dílčích rozdělovačích a sběračích bude regulován průtok topné vody do jednotlivých okruhů. Materiál potrubí okruhů topného hada je síťovaný polyetylen Pe-X. Od dílčích rozdělovačů a sběračů je dimenzováno měděné potrubí k podlažním rozdělovačům a sběračům a od těch k hlavnímu rozdělovači a sběrači. Měděné potrubí je tepelně izolováno. Hodnoty nastavení regulačních ventilů byly určeny dle hodnoty průtokového součinitele k_v , z podkladů poskytovaných výrobcem.

Tabulka 10: Dimenzování okruhů podlahového vytápění 1NP

R+S	Č..M.	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pe} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vložnými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škreení přebytku tlaku Δp_{rv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{bbs} (Pa)
R57	104	WC	126,01	13,56	4,67	8,00	12x2	0,08	127,60	31,76		7999,78	2	8159,14
	106	ORDINACE LÉKÁŘE	1865,56	200,74	122,50	8,00	20x2	0,24	4953,30	285,84	úo	2920,00	16	8159,14
	108	ČEKÁRNA	468,05	50,36	17,33	8,00	17x2	0,10	194,10	49,63		7915,42	6	8159,14
	109	WC INVALIDA	207,02	22,28	7,67	8,00	12x2	0,10	196,50	49,63		7913,02	2	8159,14
	110	HYGIENICKÉ ZAŘÍZENÍ	162,31	17,46	7,50	8,00	12x2	0,10	256,30	49,63		7853,22	3	8159,14
	114	PŘÍPRAVNA SESTRY	1080,12	116,23	40,00	8,00	17x2	0,18	1224,20	160,79		6774,16	9	8159,14
Δp_{bbs} (Pa)														
R55	124	KOUPELNA	412,76	44,41	47,30	8,00	17x2	0,10	550,80	49,63		3169,36	8	3769,79
	125	POKOJ	801,09	86,20	29,67	8,00	17x2	0,18	1157,40	160,79		2451,60	12	3769,79
	127	KOUPELNA	412,76	44,41	47,30	8,00	17x2	0,10	550,80	49,63		3169,36	8	3769,79
	128	POKOJ	801,09	86,20	29,67	8,00	17x2	0,18	1157,40	160,79		2451,60	12	3769,79
	131	POKOJ	990,11	106,54	36,67	8,00	17x2	0,22	2379,60	240,19	úo	1150,00	16	3769,79
	132	KOUPELNA	470,12	50,59	66,13	8,00	17x2	0,12	898,50	71,46		2799,83	9	3769,79
Δp_{bbs} (Pa)														
R56	115	ORDINACE LÉKÁŘE	1017,20	109,45	53,33	8,00	17x2	0,23	4281,00	262,52	úo	1210,00	16	5753,52
	118	SPRCHA	270,52	29,11	31,00	8,00	12x2	0,16	1694,70	127,04		3931,78	5	5753,52
	120	WC	152,02	16,36	8,67	8,00	12x2	0,07	103,60	24,32		5625,60	2	5753,52
	121	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	486,05	52,30	18,00	8,00	17x2	0,11	231,10	60,05		5462,37	7	5753,52
	122	DENNÍ MÍSTNOST+ŠATNA	441,05	47,46	16,33	8,00	17x2	0,10	194,10	49,63		5509,79	6	5753,52
	Δp_{bbs} (Pa)													

DÍLČÍ ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE PRO INP														
R+S	Č.M.	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pe} (W)	Hmotnostní průtok M_{Hr} (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta pzo (Pa)	Tlaková ztráta vloženými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrcení přebytku tlaku Δp_{rv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{DPS} (Pa)
RS8	144	ŠATNA	133,22	14,33	4,93	8,00	12x2	0,07	134,80	24,32		2100,43	3	2259,55
	147	SPRCHA	63,70	6,85	7,30	8,00	12x2	0,05	99,80	12,41		2147,34	2	2259,55
	153	VÝDEJNA LÉČIV	927,10	99,76	34,33	8,00	17x2	0,21	2040,70	218,85	úo	1000,00	16	2259,55
Δp_{DPS} (Pa)													2259,55	
RS9	142	PŘÍPRAVNA LÉČIV	581,46	62,57	20,00	8,00	17x2	0,13	369,50	83,87		1193,87	12	1647,24
	143	DENNÍ MÍSTNOST	144,02	15,50	5,33	8,00	12x2	0,10	146,40	49,63		1451,22	4	1647,24
	149	PŘÍJEM LÉČIV	712,81	76,70	28,80	8,00	17x2	0,16	930,20	127,04	úo	590,00	16	1647,24
	151	UMÝVARNA	585,07	62,96	21,67	8,00	17x2	0,13	400,30	83,87		1163,07	12	1647,24
	152	KANCELÁŘ	369,04	39,71	13,67	8,00	17x2	0,10	129,40	49,63		1468,22	9	1647,24
Δp_{DPS} (Pa)													1647,24	
RS10	133	PRACOVNA	468,05	50,36	17,33	8,00	12x2	0,28	2562,30	389,06		379,06	14	3330,42
	134	OBÝVACÍ POKOJ	1530,17	164,65	56,67	8,00	17x2	0,23	3067,90	262,52	úo	2790,00	16	3330,42
	135	CHODBA	484,14	52,10	13,00	8,00	12x1	0,28	1879,00	389,06		1062,36	11	3330,42
	136	WC	144,02	15,50	5,33	8,00	12x2	0,09	153,80	40,20		3136,42	3	3330,42
	137	LOŽNICE	450,05	48,43	16,67	8,00	12x1	0,26	1951,90	335,47		1043,05	11	3330,42
	138	LOŽNICE	558,06	60,05	20,67	8,00	17x2	0,13	332,50	83,87		2914,05	9	3330,42
139	KOUPELNA	149,22	16,06	17,10	8,00	12x2	0,10	525,80	49,63		2754,99	3	3330,42	
Δp_{DPS} (Pa)													3330,42	

PODLAŽNÍ ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ PRO INP													
R+S	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pe} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta pzo (Pa)	Tlaková ztráta vloženými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrcení přebytku tlaku Δp_{rv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{bis} (Pa)
RS2	RS5	3887,93	418,36	46,36	8,00	28x1,5	0,24	1758,10	657,43		8075,59	6	10491,12
	RS6	2366,85	254,68	34,48	8,00	22x1	0,21	1495,00	503,35		6509,05	4	8507,39
	RS7	3601,10	387,49	27,64	8,00	22x1	0,32	2313,00	1168,77	úo	2620,00	11	14260,91
	RS8	1124,02	120,95	6,44	8,00	15x1	0,25	609,30	713,36		10678,70	3	12001,36
	RS9	2392,39	257,43	41,52	8,00	22x1	0,23	1945,60	603,79		7804,73	4	10354,12
	RS10	3783,72	407,14	40,70	8,00	22x1	0,36	4194,10	1479,22		5257,17	8	5673,32
Δp_{bis} (Pa)													14260,91

Tabulka 11: Dimenzování okruhů podlahového vytápění 2NP

R+S	Č.M.	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pe} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vložnými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrcení přebytku tlaku Δp_{rv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{bis} (Pa)
RS11	250	KOUPELNA	310,66	33,43	20,60	8,00	12x2	0,17	957,20	143,42		2554,67	6	3655,29
	251	POKOJ	805,36	86,66	30,00	8,00	17x2	0,18	1187,20	160,79		2307,30	12	3655,29
	254	KOUPELNA	310,66	33,43	20,60	8,00	12x2	0,17	957,20	143,42		2554,67	6	3655,29
	255	POKOJ	805,36	86,66	30,00	8,00	17x2	0,18	1187,20	160,79		2307,30	12	3655,29
	258	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	17x2	0,10	426,50	49,63		3179,16	7	3655,29
	259	POKOJ	948,54	102,07	35,33	8,00	17x2	0,22	2355,10	240,19	úo	1060,00	16	3655,29
														3655,29
RS12	240	KOUPELNA	315,18	33,91	20,90	8,00	12x2	0,17	971,20	143,42		993,37	9	2107,99
	241	POKOJ	805,36	86,66	30,00	8,00	17x2	0,18	1187,20	160,79		760,00	15	2107,99
	242	LOŽNICE	751,67	80,88	28,00	8,00	17x2	0,18	1023,90	160,79		923,30	15	2107,99
	245	KOUPELNA	310,66	33,43	20,60	8,00	12x2	0,17	970,20	143,42		994,37	8	2107,99
	246	POKOJ	805,36	86,66	30,00	8,00	17x2	0,18	1187,20	160,79	úo	760,00	16	2107,99
	247	LOŽNICE	519,01	55,85	19,33	8,00	17x2	0,11	237,30	60,05		1810,64	10	2107,99
														2107,99
RS13	232	KOUPELNA	433,43	46,64	23,33	8,00	12x1	0,26	3252,70	335,47		1666,62	10	5254,79
	233	POKOJ	984,33	105,92	36,67	8,00	17x2	0,22	3954,60	240,19	úo	1060,00	16	5254,79
	234	LOŽNICE	903,80	97,25	33,67	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50		3272,69	12	5254,79
	236	KOUPELNA	345,09	37,13	39,40	8,00	12x2	0,18	1211,60	160,79		3882,40	6	5254,79
	237	POKOJ	805,36	86,66	30,00	8,00	17x2	0,18	1187,20	160,79		3906,80	11	5254,79
														5254,79

DÍLČÍ ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE PRO 2NP														
R+S	Č.M.	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pe} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vloženými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrcení přebytku tlaku Δp_{rv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{dis} (Pa)
RS14	217	KOUPELNA	358,29	38,55	29,13	8,00	12x1	0,21	301,50	218,85		1971,40	8	2491,75
	218	POKOJ	850,11	91,47	31,67	8,00	17x2	0,19	1462,60	179,15	úo	850,00	16	2491,75
	219	LOŽNICE	554,81	59,70	20,67	8,00	17x2	0,12	284,60	71,46		2135,69	10	2491,75
	222	KOUPELNA	297,09	31,97	19,70	8,00	12x2	0,18	1211,60	160,79		1119,36	9	2491,75
	223	POKOJ	814,31	87,62	30,33	8,00	17x2	0,18	1201,90	160,79		1129,06	14	2491,75
	224	LOŽNICE	778,52	83,77	29,00	8,00	17x2	0,18	1157,40	160,79		1173,56	14	2491,75
	227	KOUPELNA	323,03	34,76	26,27	8,00	12x1	0,10	1705,40	49,63		736,72	10	2491,75
	228	POKOJ	850,11	91,47	31,67	8,00	20x2	0,13	489,40	83,87		1918,48	13	2491,75
Δp_{dis} (Pa)														
RS15	205	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	17x2	0,10	426,50	49,63		2445,98	8	2922,10
	206	POKOJ	894,85	96,29	33,33	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50	úo	940,00	16	2922,10
	209	KOUPELNA	341,57	36,75	22,65	8,00	12x2	0,20	1552,10	198,50		1171,50	9	2922,10
	210	POKOJ	805,36	86,66	30,00	8,00	17x2	0,18	2012,10	160,79		749,22	12	2922,10
	213	KOUPELNA	341,57	36,75	22,65	8,00	12x2	0,20	1552,10	198,50		1171,50	9	2922,10
	214	POKOJ	805,36	86,66	30,00	8,00	17x2	0,18	1187,20	160,79		1574,12	13	2922,10
Δp_{dis} (Pa)														
2922,10														

PODLAŽNÍ ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ PRO 2NP													
R+S	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pc} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vložnými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrcení přebytku tlaku Δp_{pv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{DIS} (Pa)
RS3	RS11	3541,44	381,07	49,52	8,00	28x1,5	0,21	1486,10	503,35		5226,16	10	7215,61
	RS12	3507,25	377,39	36,68	8,00	22x1	0,33	3256,70	1242,96		4263,25	7	8762,91
	RS13	3472,01	373,60	19,60	8,00	22x1	0,32	1640,20	1168,77		5953,94	6	8762,91
	RS14	4826,25	519,32	12,14	8,00	22x1	0,46	1934,00	2415,15	úo	4030,00	11	10870,90
	RS15	3549,58	381,95	33,42	8,00	22x1	0,34	3112,70	1319,43		4330,78	7	8762,91
Δp_{DIS} (Pa)													10870,90

Tabulka 12: Dimenzování okruhů podlahového vytápění 3NP

R+S	Č..M.	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pc} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vložnými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrceň přebytku tlaku Δp_{pv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{bis} (Pa)
RS16	350	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	12x2	0,18	1151,90	160,79		2926,83	6	4239,52
	351	POKOJ	1122,46	120,78	51,50	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50		2257,42	13	4239,52
	354	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	12x2	0,18	1151,90	160,79		2926,83	6	4239,52
	355	POKOJ	921,69	99,18	34,33	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50		2257,42	13	4239,52
	358	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	17x2	0,10	426,50	49,63		3763,39	8	4239,52
	359	POKOJ	1285,92	138,37	59,00	8,00	17x2	0,23	2747,00	262,52	úo	1230,00	16	4239,52
Δp_{bis} (Pa)														
RS17	340	KOUPELNA	315,18	33,91	20,90	8,00	12x2	0,17	971,20	143,42		1827,48	7	2942,10
	341	POKOJ	921,69	99,18	34,33	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50	úo	960,00	16	2942,10
	342	LOŽNICE	1002,58	107,88	46,00	8,00	17x2	0,19	1409,40	179,15		1353,55	14	2942,10
	345	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	12x2	0,19	1337,30	179,15		1425,65	8	2942,10
	346	POKOJ	921,69	99,18	34,33	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50	úo	960,00	16	2942,10
	347	LOŽNICE	581,65	62,59	21,67	8,00	17x2	0,13	354,10	83,87		2504,13	10	2942,10
Δp_{bis} (Pa)														
RS18	332	KOUPELNA	461,91	49,70	24,87	8,00	17x2	0,10	248,20	49,63		3830,19	7	4128,02
	333	POKOJ	1220,54	131,33	56,00	8,00	17x2	0,23	2675,50	262,52		1190,00	16	4128,02
	334	LOŽNICE	1002,23	107,84	37,33	8,00	17x2	0,23	2675,50	262,52	úo	1190,00	16	4128,02
	336	KOUPELNA	345,09	37,13	39,40	8,00	12x2	0,19	1705,40	179,15		2243,47	7	4128,02
	337	POKOJ	921,69	99,18	34,33	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50		2145,92	13	4128,02
Δp_{bis} (Pa)														

DÍLČÍ ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE PRO 3NP														
R+S	Č.M.	Název místnosti	Tepelný výkon Q_{pc} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vloženými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrtení přebytku tlaku Δp_{pv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{dis} (Pa)
R519	317	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	12x2	0,19	1337,30	179,15		1425,65	8	2942,10
	318	POKOJ	903,80	97,25	33,67	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50	úo	960,00	16	2942,10
	319	LOŽNICE	581,65	62,59	21,67	8,00	17x2	0,13	404,40	83,87		2453,83	10	2942,10
	322	KOUPELNA	345,09	37,13	39,40	8,00	12x2	0,18	1346,20	160,79		1435,12	8	2942,10
	323	POKOJ	921,69	99,18	34,33	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50	úo	960,00	16	2942,10
	324	LOŽNICE	894,85	96,29	33,33	8,00	20x2	0,20	1787,70	198,50		955,90	15	2942,10
	327	KOUPELNA	345,09	37,13	39,40	8,00	12x2	0,19	1705,40	179,15		1057,55	9	2942,10
	328	POKOJ	921,69	99,18	34,33	8,00	17x2	0,20	1783,60	198,50	úo	960,00	16	2942,10
Δp_{dis} (Pa)														
R520	305	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	17x2	0,10	426,50	280,00		3242,90	7	3949,40
	306	POKOJ	984,33	105,92	36,67	8,00	17x2	0,22	2429,40	400,00	úo	1120,00	16	3949,40
	309	KOUPELNA	310,66	33,43	20,60	8,00	12x2	0,18	1151,90	190,00		2607,50	6	3949,40
	310	POKOJ	921,69	99,18	34,33	8,00	17x2	0,21	2093,10	390,00		1466,30	14	3949,40
	313	KOUPELNA	360,85	38,83	41,20	8,00	12x2	0,18	1151,90	190,00		2607,50	6	3949,40
	314	POKOJ	1100,66	118,44	50,50	8,00	17x2	0,20	1783,60	290,00		1875,80	13	3949,40
	Δp_{dis} (Pa)													
3949,40														

PODLAŽNÍ ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ PRO 3NP													
R+S	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pc} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vloženými odpory Z (Pa)	Nastavení uzavíracího ventilu	Škrcení přebytku tlaku Δp_{pv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{dis} (Pa)
RS4	RS16	4412,63	474,82	49,52	8,00	28x1,5	0,23	1742,80	603,79		3261,74	10	5608,33
	RS17	4103,66	441,57	36,68	8,00	28x1,5	0,23	1291,00	603,79		5010,96	8	6905,74
	RS18	3951,46	425,19	19,60	8,00	28x1,5	0,35	782,20	1398,18		3539,44	10	5719,83
	RS19	4007,93	431,27	12,14	8,00	22x1	0,37	1313,20	1562,54	úo	4030,00	11	9847,84
	RS20	4039,05	434,62	32,30	8,00	28x1,5	0,23	1136,80	603,79		4157,86	9	5898,44
$\Delta p_{dis}(p_a)$													9847,84

Použité veličiny a výpočtové vztahy:

Tepelný příkon otopné plochy	$Q_{pc} (W)$
Hmotnostní průtok	$M = \frac{Q_{pc}}{1,163 \cdot \Delta t} (kg/h)$
Rozdíl teplot	$\Delta t = t_{w1} - t_{w2} (^\circ C)$
Teplotní spád	$t_{w1}/t_{w2} (^\circ C)$
Tlaková ztráta okruhu třením	$p_z = \lambda \cdot \frac{w^2}{2 \cdot d \cdot \rho} (Pa/m)$
Rychlost proudění vody v potrubí	$w = \frac{M}{\rho \cdot S} (m/s)$
Vnitřní profil potrubí	$d = D - 2 \cdot t (mm)$
Vnější profil potrubí	$D (mm)$
Tloušťka stěny potrubí	$t (mm)$
Hustota vody	$\rho (kg/m^3)$
Součinitel tření	$\lambda (-)$
Délka potrubí	$l (m)$
Tlaková ztráta vřazenými odpory	$Z = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$
Součinitel místního odporu	$\xi (-)$
Tlaková ztráta škrcením	$\Delta p_{RV} (Pa)$, odečteno z grafu výrobce
Celková tlaková ztráta úseku	$\Delta p_{DIS} = p_z + Z + \Delta p_{RV} (Pa)$


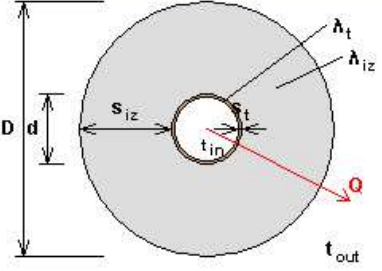
4.3.3 Izolace potrubí od podlažních R+S k dílčím R+S

Návrh tloušťky izolací potrubí byl proveden pomocí výpočetního programu na www.tzb-info.cz, Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu. Izolováno bude měděné potrubí rozvádějící topnou vodu od hlavního R+S k podlažním R+S a odtud k dílčím R+S. Potrubí bude zavěšeno v podhledu stropní konstrukce.

Potrubí 22x1

Obrázek 4.9: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]


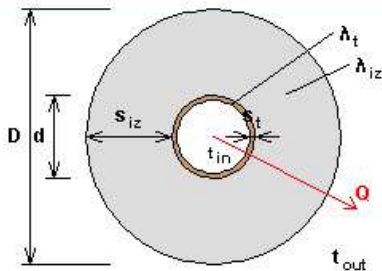
Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	 <p>izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních prúdchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 22x1</p> <p>Průměr $d = 22$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	
 <p>$d = 22.0$ mm $D = 82.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 38$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_o = 0.155 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 21.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 12.4$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 2.8$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>78 %</p>

Potrubí 28x1,5

Obrázek 4.10: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 28x1.5</p> <p>Průměr $d = 28$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
 <p>$d = 28.0$ mm $D = 88.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 88$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 38$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_o = 0.178 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 21.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 15.8$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 3.2$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>80 %</p>

5 NÁVRH ROZDĚLOVAČŮ A SBĚRAČŮ PRO JEDNOTLIVÉ VĚTVE

5.1 Hlavní rozdělovač a sběrač

Označení RS1, umístěn v technické místnosti

- rozdělovač osazený regulačním šroubením
- hmotnostní průtok 7,33 m³/h
- zvolen kombinovaný rozdělovač a sběrač Raciotherm KRS 80.120 – 4 cestný
- trubkové komory, vstupy a výstupy jsou umístěny za sebou
- 4 větve (A, B, C,D), jedna pro desková otopná tělesa (D), tři pro podlažní R+S pro podlahové vytápění (A, B, C)

Obrázek 5.1: Kombinovaný rozdělovač a sběrač [17]

Velikosti KRS v závislosti na průtoku					
Průřez KRS celkový (mm)	Průřez komory rozdělovače / sběrače (mm)	Maximální dimenze hrdel pro napojení zdroje	Maximální dimenze hrdel pro napojení topných větví	Maximální průtok [m ³ /h]	Max. přenesený výkon při Δt=20°C (kW)
50 x 80	50 x 40	1"	3/4"	1,75	40
70 x 100	70 x 50	6/4"	1"	4,00	95
80 x 120	80 x 60	2"	6/4"	6,50	150
100 x 120	100 x 60	DN 80	6/4"	11,50	270
100 x 160	100 x 80	DN 80	2"	15,00	350

DOPORUČENÉ MINIMÁLNÍ ROZTEČE HRDEL												
DIMENZE	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200
1/2"	200	200	200	250	250	250	250	300	300	300	300	300
3/4"	200	200	200	250	250	250	250	300	300	300	300	300
1"	200	200	200	250	250	250	250	300	300	300	350	350
5/4"	250	250	250	250	250	250	300	300	300	350	350	350
6/4"	250	250	250	250	250	250	300	300	350	350	350	400
2"	250	250	250	250	250	250	300	300	350	350	350	400
DN 65	250	250	250	300	300	300	300	300	350	350	350	400
DN 80	300	300	300	300	300	350	350	350	350	350	350	400
DN 100	300	300	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400
DN 125	300	300	300	350	350	350	350	350	350	350	400	400
DN 150	300	300	350	350	350	350	350	350	400	400	400	450
DN 200	300	300	350	350	400	400	400	400	400	400	450	450

KRS xxx . xxx . xx . x (N)	
Kompaktní rozdělovač a sběrač	—
Šířka průřezu tělesa	—
Výška průřezu tělesa	—
Jmenovitý tlak – PN	—
Upevnění	1 – konzole, stojan 2 – trubkové nohy
Materiál	bez ozn. – ocel tř. 11 N – ocel tř. 17 (nerez)

5.2 Podlažní rozdělovače a sběrače

- rozdělovače a sběrače pro podlažní rozvody k dílčím R+S
- rozdělovače budou osazeny regulačním šroubením, nastavení dle hodnoty průtokového součinitele k_v , z podkladů poskytovaných výrobcem
- parametry R+S viz obrázek 5.1

Označení RS2, umístěn v chodbě č. místnosti 159, větev A

- objemový průtok $1,85 \text{ m}^3/\text{h}$
- kombinovaný rozdělovač a sběrač Raciotherm KRS 70.100 – 6 cestný

Označení RS3, umístěn v chodbě č. místnosti 259, větev B

- objemový průtok $2,03 \text{ m}^3/\text{h}$
- kombinovaný rozdělovač a sběrač Raciotherm KRS 70.100 – 5 cestný

Označení RS4, umístěn v chodbě č. místnosti 359, větev C

- $2,21 \text{ m}^3/\text{h}$
- kombinovaný rozdělovač a sběrač Raciotherm KRS 70.100 – 5 cestný

5.3 Dílčí rozdělovače a sběrače

- R+S pro jednotlivé okruhy podlahového vytápění
- rozdělení pro jednotlivé místnosti viz dimenzování okruhů podlahového vytápění, kapitola 5.3.2
- rozdělovače osazeny regulačním šroubením s integrovanými průtokoměry

Označení RS5

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

Označení RS6

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 5 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 5 cestný

Označení RS7

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

Označení RS8

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 3 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 3 cestný

Označení RS9

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 9 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 9 cestný

Označení RS10

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 7 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 7 cestný

Označení RS11

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

Označení RS12

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

Označení RS13

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 5 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 5 cestný

Označení RS14

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 8 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 8 cestný

Označení RS15

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

Označení RS16

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

Označení RS17

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

Označení RS18

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 5 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 5 cestný

Označení RS18

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 5 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 5 cestný

Označení RS19

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 8 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 8 cestný

Označení RS20

- rozdělovač IVAR.CI 553 VP – 6 cestný
- sběrač IVAR.CS 553 – 6 cestný

5.4 Dimenzování rozvodů od hlavního k podlažním R+S

Potrubní rozvody budou z mědi, průřezy dle následujících tabulek. Potrubí bude tepelně izolováno.

Tabulka 13: Dimenzování rozvodů od hlavního R+S k podlažním R+S

HLAVNÍ ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ													
R+S	Název místnosti	Tepelný příkon Q_{pe} (W)	Hmotnostní průtok M_H (kg/h)	Délka jednoho okruhu l (m)	Δt (°C)	Dxt	Rychlost proudění vody w (m/s)	Tlaková ztráta okruhu p_z (Pa)	Tlaková ztráta vloženými odpory Z (Pa)	Tlaková ztráta směšovacího ventilu (Pa)	Škreení přebytku tlaku Δp_{rv} (Pa)	Hodnota přednastavení regulačního ventilu	Celková tlaková ztráta Δp_{dis} (Pa)
RS1	RS2 - A	17156,00	1846,05	22,00	8,00	35x1,5	0,63	3315,00	4530,12	1500,00	64245,68	9	87851,71
	RS3 - B	18896,52	2033,34	34,80	8,00	35x1,5	0,70	6533,60	5884,53	2000,00	62562,68	10	87851,71
	RS4 - C	20514,72	2207,47	40,80	8,00	35x1,5	0,71	7860,00	6053,86	2100,00	61990,00	11 úo	87851,71
	DOT - D	16284,00	1402,45	10,00	10,00	35x1,5	0,55	940,00	3602,78	1430,00	69967,55	7,00	87851,71
Δp_{dis} (Pa) Směšovací ventil: Ivar mix 3cestný – kv=18													

Použité veličiny a výpočtové vztahy:


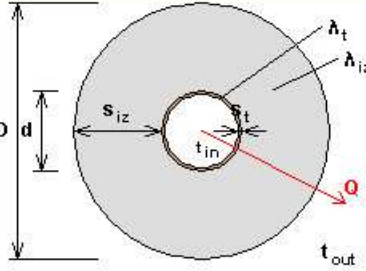
Tepelný příkon otopné plochy	$Q_{pc} \text{ (W)}$
Hmotnostní průtok	$M = \frac{Q_{pc}}{1,163 \cdot \Delta t} \text{ (kg/h)}$
Rozdíl teplot	$\Delta t = t_{w1} - t_{w2} \text{ (}^\circ\text{C)}$
Teplotní spád	$t_{w1}/t_{w2} \text{ (}^\circ\text{C)}$
Tlaková ztráta okruhu třením	$p_z = \lambda \cdot \frac{w^2}{2 \cdot d \cdot \rho} \text{ (Pa/m)}$
Rychlost proudění vody v potrubí	$w = \frac{M}{\rho \cdot S} \text{ (m/s)}$
Vnitřní profil potrubí	$d = D - 2 \cdot t \text{ (mm)}$
Vnější profil potrubí	$D \text{ (mm)}$
Tloušťka stěny potrubí	$t \text{ (mm)}$
Hustota vody	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$
Součinitel tření	$\lambda \text{ (-)}$
Délka potrubí	$l \text{ (m)}$
Tlaková ztráta vřazenými odpory	$Z = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$
Součinitel místního odporu	$\xi \text{ (-)}$
Tlaková ztráta škrcením	$\Delta p_{RV} \text{ (Pa)}$, odečteno z grafu výrobce
Celková tlaková ztráta úseku	$\Delta p_{DIS} = p_z + Z + \Delta p_{RV} \text{ (Pa)}$

5.5 Tepelná izolace potrubí

Pro okruhy RS2, RS3, RS4, potrubí 35x1,5

Obrázek 5.2: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]


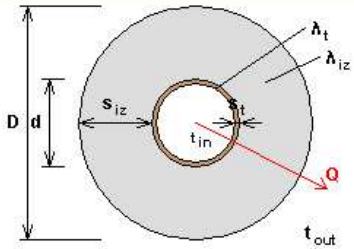
Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobně technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 40</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 35x1.5</p> <p>Průměr $d = 35$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p><i>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</i></p>
 <p>$d = 35.0$ mm $D = 115.0$ mm $s_{iz} = 40.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 115$ mm</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 38$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)</p>	<p>DN 20 - DN 32 => $U_{O,193/2007} = 0.18$ W / m K</p>
<p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí</p>	<p>$U_O = 0.174 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p>
<p>Povrchová teplota izolovaného potrubí</p>	<p>$t_{p,iz} = 20.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace</p>	<p>$q_p = 19.8$ W/m</p>
<p>Tepelná ztráta potrubí s izolací</p>	<p>$q_{iz} = 3.1$ W/m</p>
<p>Energetická úspora izolovaného potrubí</p>	<p>84 %</p>

Pro okruh DOT, potrubí průměru 35x1,5

Obrázek 5.3: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobné technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 30</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 30$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	 <p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojuj tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu.</p> <p>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 35x1.5</p> <p>Průměr $d = 35$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 50$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $\rho_h = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
 <p>$d = 35.0$ mm $D = 95.0$ mm $s_{iz} = 30.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 95$ mm</p>	<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27$ W / m K</p> <p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_0 = 0.206 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p> <p>Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 22.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p> <p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 33$ W/m</p> <p>Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 6.2$ W/m</p> <p>Energetická úspora izolovaného potrubí 81 %</p>

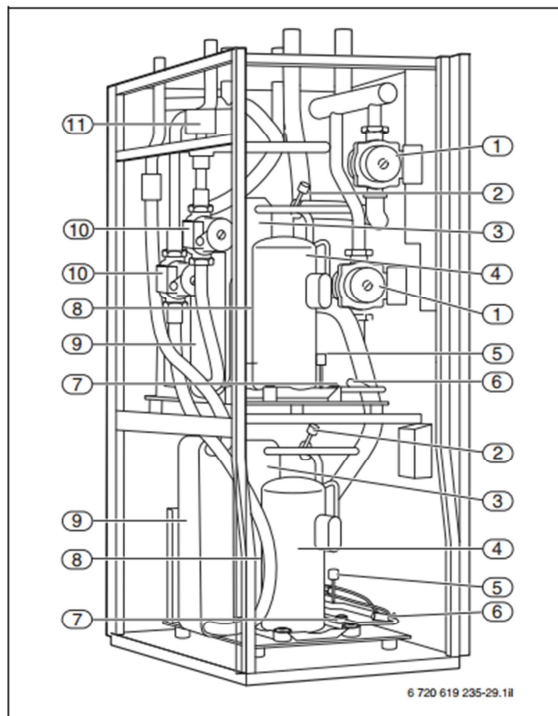
6 NÁVRH ZDROJE TEPLA

6.1 Zdroj tepla

Zdroj tepla bude využíván pouze na vytápění objektu.

- potřebný výkon zdroje tepla $Q_p = 65,36 \text{ kW}$
- tepelné čerpadlo LOGATHERM WPS 22
- tepelné čerpadlo LOGATHERM WPS 22
- čerpadla budou zapojena Tichelmanovým způsobem

Obrázek 6.1: Konstrukce tepelného čerpadla Logatherm [18]

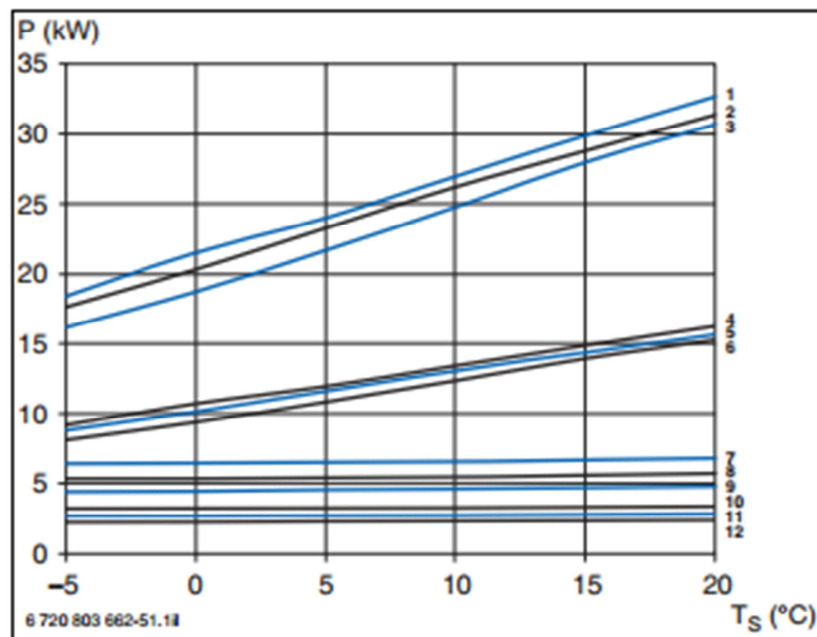


Obr. 36 Vybrané konstrukční díly a skupiny tepelného čerpadla Logatherm WPS 22-33

- 1 Čerpadlo solanky
- 2 Nízkotlaký presostat
- 3 Výparník
- 4 Kompresor 1 a 2
- 5 Vysokotlaký presostat
- 6 Expanzní ventil
- 7 Průhledítko
- 8 Suchý filtr
- 9 Kondenzátor
- 10 Čerpadlo otopné vody
- 11 3-cestný přepínací ventil

Obrázek 6.2: Výkonové charakteristiky a topný faktor tepelných čerpadel [19]

WPS 22



Obr. 47 Výkonová charakteristika WPS 22

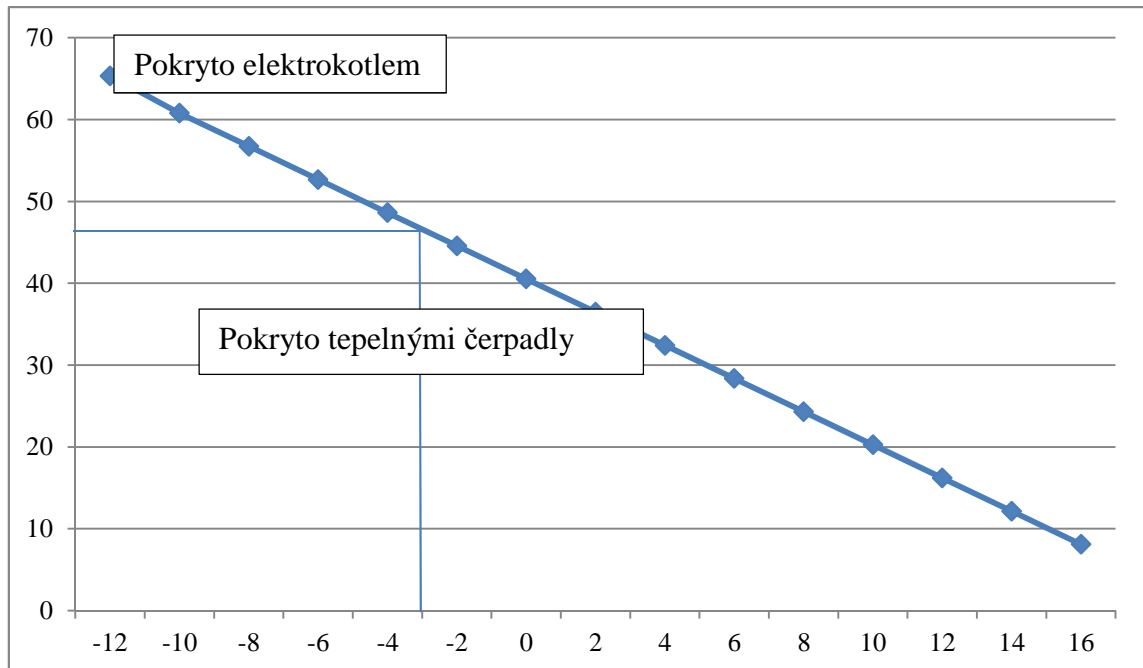
Použité charakteristiky:

Křivka 2 tepelný výkon při výstupní teplotě 45 °C

Křivka 8 příkon při výstupní teplotě 45 °C

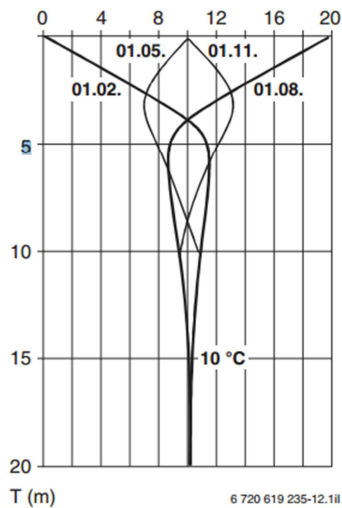
- vstupní teplota solanky uvažována 10 °C
- výkon tepelného čerpadla Logatherm WPS 22 je při této teplotě solanky 25 kW
- zvolen bod bivalence v - 4 °C
- potřebný výkon pro tepelná čerpadla 48,75 kW
- skutečný výkon pokrytý tepelnými čerpadly 50 kW
- tepelná čerpadla budou v paralelně bivalentním provozu s elektrokotlem
- zbývající výkon při nižších teplotách bude dokrýván elektrokotlem Thermona Therm 20 o maximálním výkonu 20 kW

Graf 1: Potřebný výkon zdroje tepla v závislosti na venkovní teplotě



6.2 Návrh hloubky vrtu

Obrázek 6.3: Teplotní průběh v rozdílných hloubkách zeminy [20]



Teplotní průběh v rozdílných hloubkách země v závislosti na roční teplotě zemského povrchu

H – teplota zemského povrchu

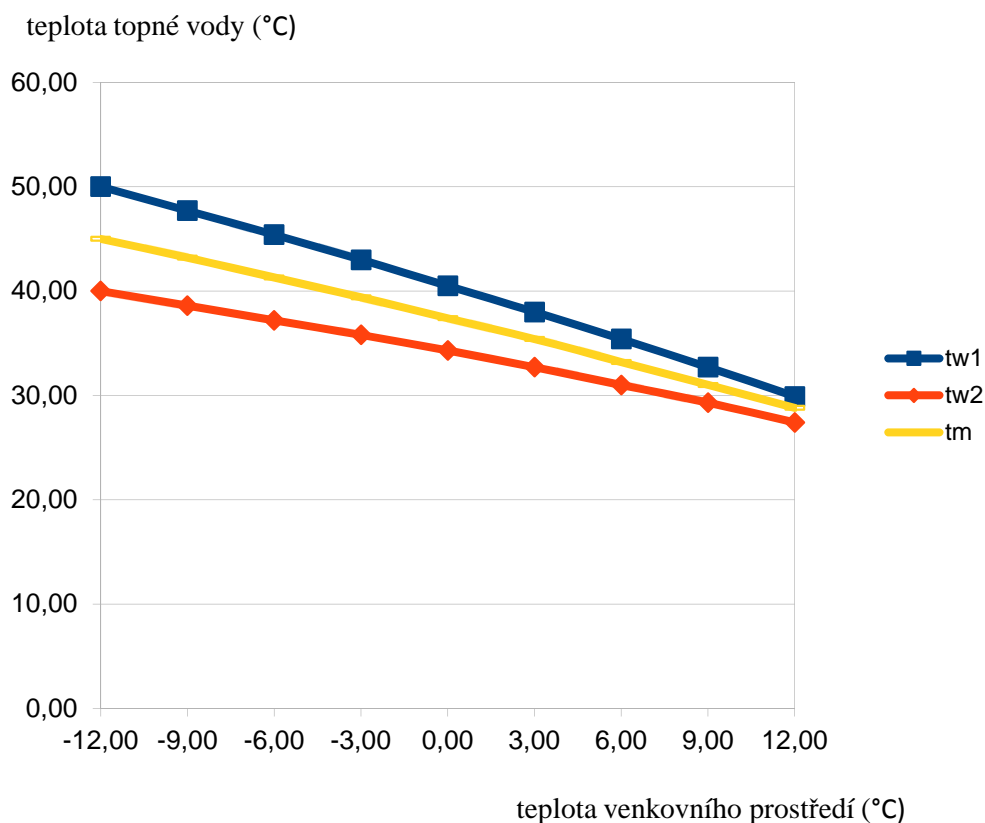
T – hloubka vrtu

- topný výkon $Q_{TOP} = 50 \text{ kW}$
- příkon $P = 12,5 \text{ kW}$
- chladicí výkon $Q_{CHL} = Q_{TOP} - P = 50 - 12,5 = 37,5 \text{ kW}$
- měrný výkon jímání zeminy $q = 50 \text{ W/m}$

- hloubka vrtu $H = \frac{Q_{CHL}}{q} = \frac{37\,500}{50} = 750\text{ m}$
- navrženo provedení 8 vrtů s hloubkou každého vrtu 110 m
- rozestupy mezi jednotlivými vrty min. 10 m
- vzdálenost vrtů od konstrukcí a hranice pozemku min. 5 m

6.3 Závislost teploty topné vody na venkovní teplotě

Graf 2: Ekvitermní křivka



tw1 – teplota přívodu

tw2 – teplota vratu

tm – střední teplota topné vody

6.4 Vyrovnávací zásobník

Z důvodu nedostatku prostoru v technické místnosti objektu byl zvolen akumuláční zásobník, který bude fungovat jako vyrovnávací a bude sloužit k hydraulickému oddělení jednotlivých větví vytápění objektu a tepelných čerpadel. Byl navržen dle pokynů výrobce, který uvádí 10 l/kW.

Navržen akumuláční zásobník Buderus P750 W o objemu 750 l.

6.5 Dimenzování potrubí v technické místnosti

Potrubí v technické místnosti bude měděné a bude tepelně izolováno.

Výpočet jednotlivých veličin viz kapitola 5.4.

Úsek RS1 – akumuláční nádrž

Tabulka 14: Dimenzování potrubních rozvodů v technické místnosti

Tepelný výkon Q (kW)	Hmotnostní průtok M (kg/h)	Rozdíl teplot Δt (°C)	Rychlost w (m/s)	Dimenze D x t (mm)
72 851,25	7 489,32	10	0,82	57 x 1,5

Úsek akumuláční nádrž – tepelná čerpadla

Tabulka 15: Dimenzování potrubních rozvodů v technické místnosti


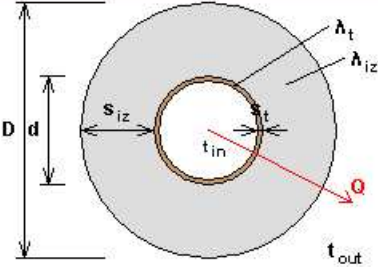
Tepelný výkon Q (kW)	Hmotnostní průtok M (kg/h)	Rozdíl teplot Δt (°C)	Rychlost w (m/s)	Dimenze D x t (mm)
72 851,25	7 489,32	10	0,82	57 x 1,5

6.6 Tepelná izolace potrubí v technické místnosti

Potrubí 57x1,5

Obrázek 6.4: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16]

Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu

<p>Izolace - podrobně technické informace</p> <p>PAROC > Section aluCoat T</p> <p>Rozměry izolace - tl. 40</p> <p>Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K</p>	 <p>Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu</p> <p><i>Rozsah provozních teplot: do 250 °C</i></p>
<p>Trubka</p> <p>Měď</p> <p>Rozměry trubky - 57x2</p> <p>Průměr $d = 57$ mm</p> <p>Tloušťka stěny $s_t = 2$ mm</p> <p>Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K</p>	<p>Potrubí</p> <p>Teplota média $t_{in} = 38$ °C</p> <p>Teplota v okolí potrubí $t_{out} = 20$ °C</p> <p>Relativní vlhkost vzduchu $rh = 50$ % ???</p> <p>Teplota rosného bodu $t_w = 9.7$ °C</p> <p>Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu $\alpha_e = 10$ W / m² K</p> <p>Délka potrubí $l = 1$ m</p>
 <p>$d = 57.0$ mm $D = 137.0$ mm $s_{iz} = 40.0$ mm</p> <p>$D = d + 2 s_{iz} = 137$ mm</p>	<p>Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 40 - DN 65 => $U_{O,193/2007} = 0.27$ W / m K</p> <p>Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_O = 0.235 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007</p> <p>Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 21$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci</p> <p>Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 32.2$ W/m</p> <p>Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 4.2$ W/m</p> <p>Energetická úspora izolovaného potrubí 87 %</p>

7 NÁVRH TROJCESTNÝCH SMĚŠOVACÍCH VENTILŮ

- navrženy trojcestné směšovací ventily Ivar MIX.3
- k větvím RS2, RS3, RS4, DOT navržen trojcestný směšovací ventil Ivar MIX 3, $k_v = 18$
- k elektrokotli navržen trojcestný směšovací ventil Ivar MIX 3, $k_v = 44$

8 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL PRO TOPNOU VODU

1. Oběhové čerpadlo pro okruh podlahového vytápění prvního nadzemního podlaží, označení okruhu A

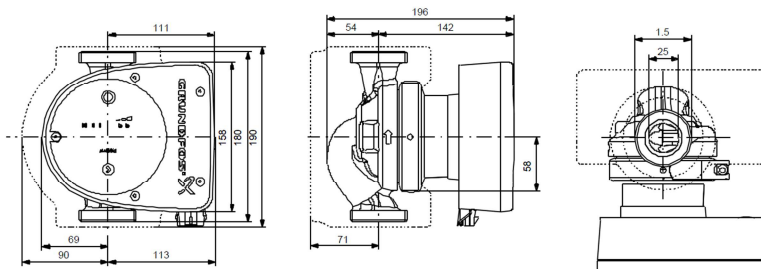
Vstupní údaje:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| • tlaková ztráta okruhu | $p=22,11 \text{ kPa}$ |
| • tlaková ztráta zpětné klapky | $\Delta p_Z=3 \text{ kPa}$ |
| • tlaková ztráta filtru | $\Delta p_F=2 \text{ kPa}$ |
| • tlaková ztráta směšovacího ventilu | $\Delta p_M=1,5 \text{ kPa}$ |
| • hmotnostní průtok | $M=1846,05 \text{ kg/h}$ |
| • účinná výška | |

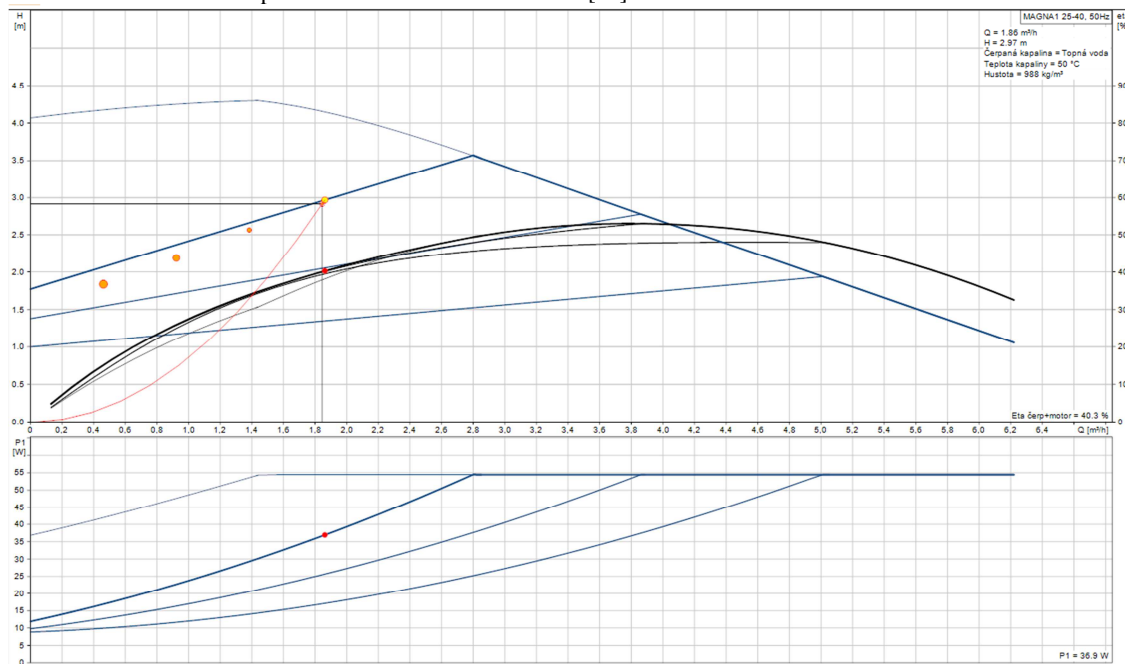
$$h = \frac{\Delta p}{g \cdot \rho} = \frac{22\,110 + 6\,500}{9,81 \cdot 1000} = 2,92 \text{ m}$$

Navrhuji oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 50Hz.

Obrázek 8.1: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21]



Obrázek 8.2: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21]



2. Oběhové čerpadlo pro okruh podlahového vytápění druhého nadzemního podlaží, označení okruhu B

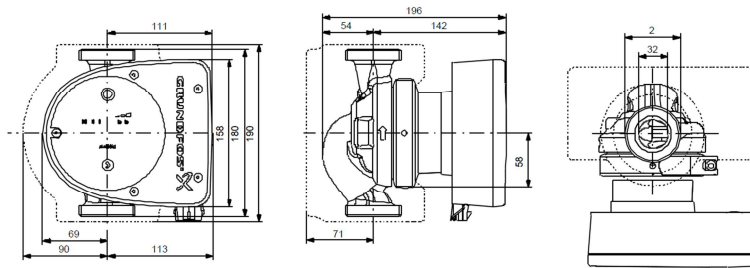
Vstupní údaje:

- tlaková ztráta okruhu $p=23,29$ kPa
- tlaková ztráta zpětné klapky $\Delta p_z=3$ kPa
- tlaková ztráta filtru $\Delta p_f=2$ kPa
- tlaková ztráta směšovacího ventilu $\Delta p_M=2$ kPa
- hmotnostní průtok $M=2033,34$ kg/h
- účinná výška

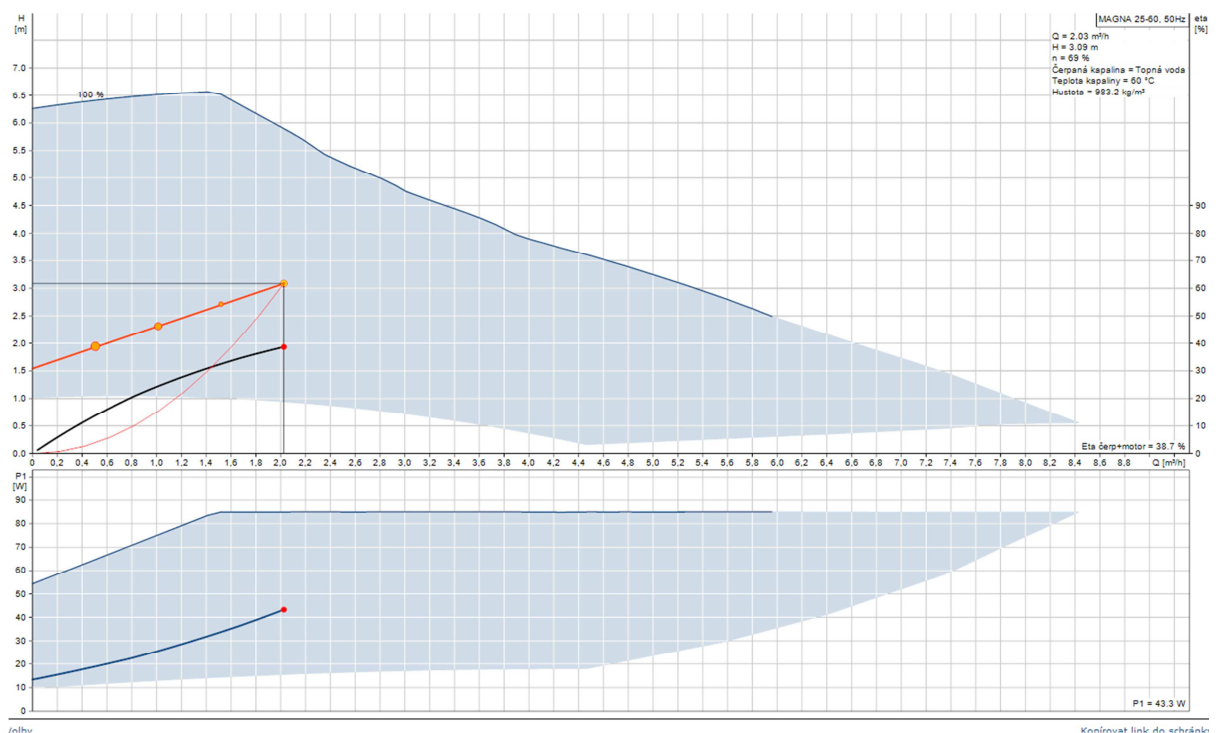
$$h = \frac{\Delta p}{g \cdot \rho} = \frac{23\,290 + 7\,000}{9,81 \cdot 1000} = 3,09 \text{ m}$$

Navrhuji oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 50Hz.

Obrázek 8.3: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21]



Obrázek 8.4: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21]



3. Oběhové čerpadlo pro okruh podlahového vytápění třetího nadzemního podlaží, označení okruhu C

Vstupní údaje:

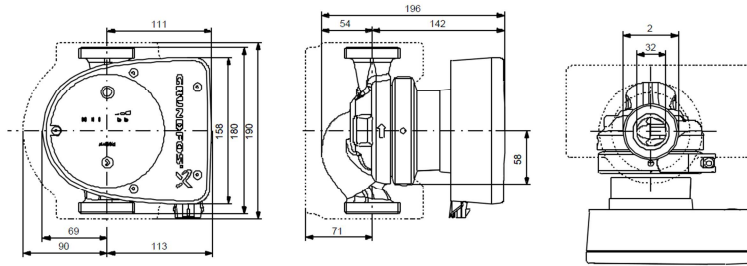
- tlaková ztráta okruhu $p=23,76$ kPa
- tlaková ztráta zpětné klapky $\Delta p_Z=3$ kPa
- tlaková ztráta filtru $\Delta p_F=2$ kPa
- tlaková ztráta směšovacího ventilu $\Delta p_M=2,1$ kPa
- hmotnostní průtok $M=2207,5$ kg/h

- účinná výška

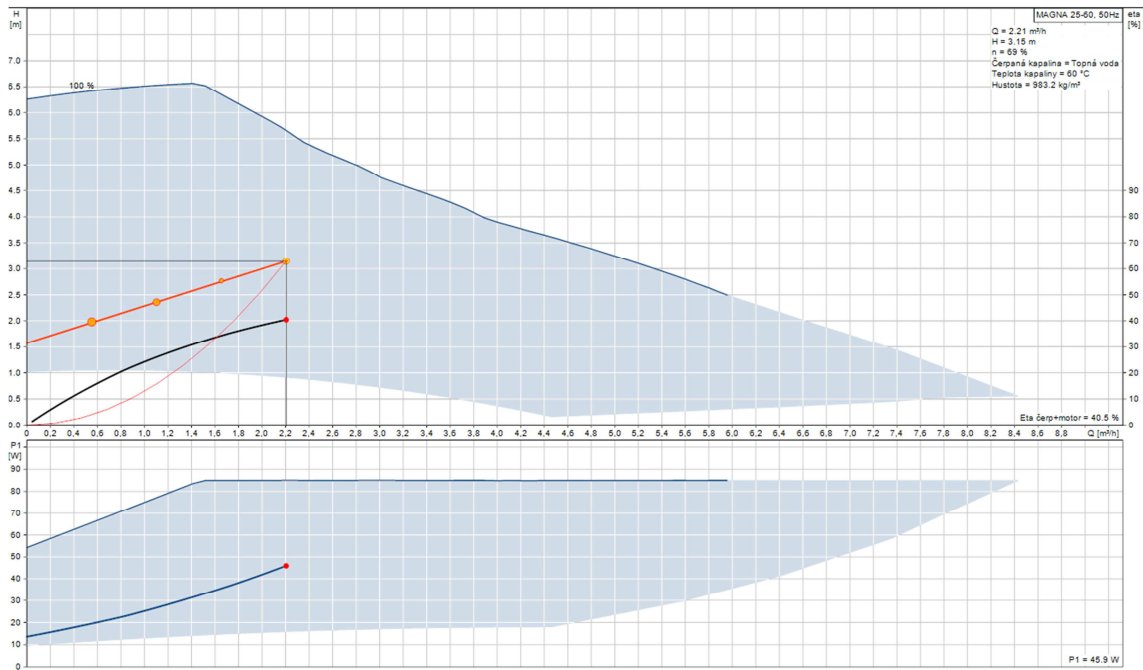
$$h = \frac{\Delta p}{g \cdot \rho} = \frac{23\,760 + 7\,100}{9,81 \cdot 1000} = 3,15 \text{ m}$$

Navrhuji oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 50Hz.

Obrázek 8.5: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21]



Obrázek 8.6: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21]



4. Oběhové čerpadlo pro okruh deskových otopných těles, označení okruhu D

Vstupní údaje:

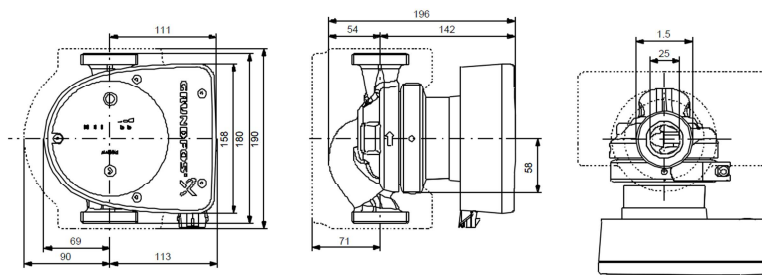
- tlaková ztráta okruhu $p=16,45 \text{ kPa}$
- tlaková ztráta zpětné klapky $\Delta p_Z=3 \text{ kPa}$
- tlaková ztráta filtru $\Delta p_F=2 \text{ kPa}$

- tlaková ztráta směšovacího ventilu $\Delta p_M = 1,43 \text{ kPa}$
- hmotnostní průtok $M = 1402,45 \text{ kg/h}$
- účinná výška

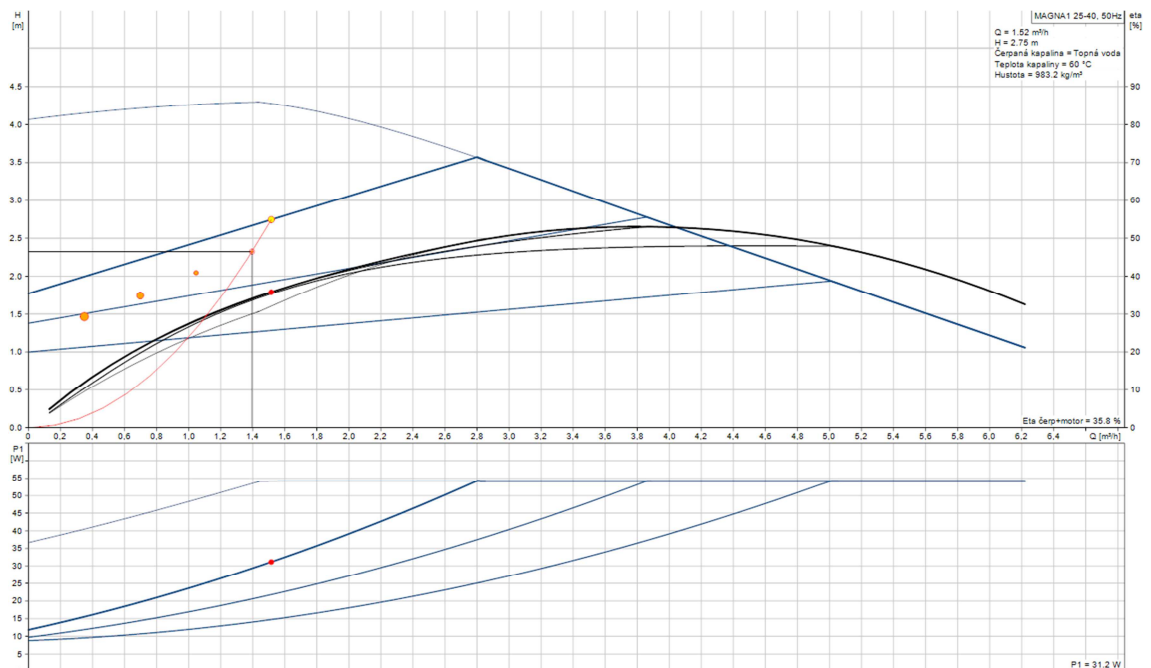
$$h = \frac{\Delta p}{g \cdot \rho} = \frac{16\,450 + 6\,430}{9,81 \cdot 1000} = 2,33 \text{ m}$$

Navrhuji oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 50Hz.

Obrázek 8.7: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21]



Obrázek 8.8: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21]



9 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ PRO TOPNOU VODU

9.1 Expanzní nádoba

- objem vody v soustavě

$V_O = \sum \text{podlahové vytápění} + \sum \text{desková otopná tělesa} + \sum \text{potrubí} + \text{taktovací zásobník}$

$$V_O = 1104 + 150 + 94 + 750 = 2098 \text{ l}$$

- součinitel zvětšení objemu $n = 0,018$
- expanzní objem

$$V_E = 1,3 \cdot V_O \cdot n = 1,3 \cdot 2098 \cdot 0,018 = 49 \text{ l}$$

- výška manometrické roviny $h_{MR}=1,5 \text{ m}$
- výška otopné soustavy $h=5,4 \text{ m}$
- nejnižší dovolený přetlak v soustavě

$$p_{dov} = 1,5 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + 20 = 1,5 \cdot 5,4 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 99,46 \text{ kPa}$$

- nejvyšší dovolený přetlak soustavy p_{hdov}

$$p_{hdov} = p_k - h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 400 - 1,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 385,29 \text{ kPa}$$

Volím $p_{hdov} = 350 \text{ kPa}$.

- předběžný objem expanzní nádoby s membránou

$$V_{ep} = V_e \cdot \frac{(p_{hdov} + 100)}{(p_{hdov} - p_{dov})} = 0,05 \cdot \frac{(350 + 100)}{(350 - 99,46)} = 0,09 \text{ m}^3$$

Navrhuji expanzní nádobu s membránou Regulus MB 105 o objemu 105 l

- dimenze expanzního potrubí

pojistný výkon $Q_p = 50 \text{ kW}$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{50} = 24,9 \text{ m}$$

Volím expanzní potrubí průměru 28x1,5.

9.2 Návrh pojistného ventilu

1. Pojistný ventil pro tepelné čerpadlo Logatherm WPS 22

- otevírací přetlak $p_{ot} = 350$ kPa
- jmenovitý výkon zdroje $Q_n = 25$ kW
- konstanta vývinu vodní páry $K = 1,41$
- výtokový součinitel α_w , dle průřezu sedla ventilu
- součinitel zvětšení sedla a , dle výtokového součinitele α_w
- průřez sedla

$$S_o = \frac{Q_n}{\alpha_w \cdot K} = \frac{25}{0,444 \cdot 1,41} = 39,93 \text{ mm}^2$$

- skutečný průřez sedla $S_o = 113 \text{ mm}^2$
- ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{39,93}{\pi}} = 7,13 \text{ mm}$$

- průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_p = a \cdot d_i = 1,58 \cdot 7,13 = 11,27 \text{ mm}$$

- výstupní pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{25} = 22,0 \text{ m}$$

Volím pojistné potrubí průměru 28x1,5.

Navržen pojistný ventil DUCO MEIBES DN 20.

2. Pojistný ventil pro tepelné čerpadlo Logatherm WPS 22

- otevírací přetlak $p_{ot} = 350$ kPa
- jmenovitý výkon zdroje $Q_n = 25$ kW
- konstanta vývinu vodní páry $K = 1,41$
- výtokový součinitel α_w , dle průřezu sedla ventilu
- součinitel zvětšení sedla a , dle výtokového součinitele α_w
- průřez sedla

$$S_o = \frac{Q_n}{\alpha_w \cdot K} = \frac{25}{0,444 \cdot 1,41} = 39,93 \text{ mm}^2$$

- skutečný průřez sedla $S_o = 113 \text{ mm}^2$
- ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{39,93}{\pi}} = 7,13 \text{ mm}$$

- průměr sedla skutečného pojistného ventilu
- výstupní pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{25} = 22,0 \text{ m}$$

Volím pojistné potrubí průměru 28x1,5.

Navržen pojistný ventil DUCO MEIBES DN 20.

3. Pojistný ventil pro okruh vyrovnávací nádrž – hlavní rozdělovač a sběrač

- otevírací přetlak $p_{ot} = 350 \text{ kPa}$
- jmenovitý výkon zdroje $Q_n = 50 \text{ kW}$
- konstanta vývinu vodní páry $K = 1,41$
- výtokový součinitel α_w , dle průřezu sedla ventilu
- součinitel zvětšení sedla a , dle výtokového součinitele α_w
- průřez sedla

$$S_o = \frac{Q_n}{\alpha_w \cdot K} = \frac{50}{0,444 \cdot 1,41} = 79,87 \text{ mm}^2$$

- skutečný průřez sedla $S_o = 113 \text{ mm}^2$
- ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{79,87}{\pi}} = 10,09 \text{ mm}$$

- průměr sedla skutečného pojistného ventilu
- výstupní pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{50} = 24,9 \text{ m}$$

Volím pojistné potrubí průměru 28x1,5.

Navržen pojistný ventil DUCO MEIBES DN 20.

4. Pojistný ventil pro elektrokotel

Pojistný ventil je součástí elektrokotle.

10 NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Teplá voda bude připravována pomocí solárních kolektorů umístěných na ploché střeše objektu, v době nízké účinnosti kolektorů bude dohřívána pomocí elektrických patron v zásobníku teplé vody. Návrh solárních kolektorů bude uveden dále v textu.

10.1 Stanovení potřeby teplé vody

Potřeba teplé vody byla stanovena z křivky odběru v závislosti na objemu potřeby teplé vody a čase.

1. Denní potřeba teplé vody

Tabulka 16: Denní potřeba TV

	počet	m ³ /den	Σ m ³ /den
Osob	42	0,05	2,1
Ordinace	6	0,04	0,24
Úklid (100m ²)	25,46	0,02	0,51
Celkem			2,81

1.1 Teplo odebrané

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2P} \cdot (t_1 - t_2) = 1,163 \cdot 2,81 \cdot (55 - 10) = 147,06 \text{ kWh}$$

1.2 Teplo ztracené

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 147,06 \cdot 0,3 = 44,12 \text{ kWh}$$

1.3 Teplo celkem

$$Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 147,06 + 44,12 = 191,18 \text{ kWh}$$

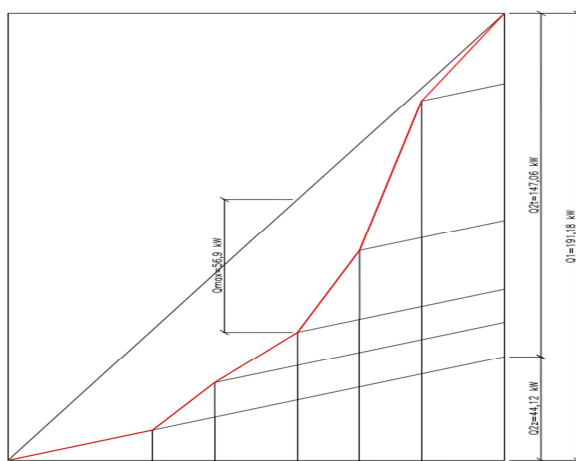
2. Rozdělení potřeby teplé vody během dne

Tabulka 17: Rozdělení potřeby TV

Čas	%	Teplo odebrané	Teplo celkem
7 - 10	10	14,71	19,12
10 - 14	10	14,71	19,12
14 - 17	20	29,41	38,24
17 - 20	40	58,82	76,47
20 - 24	20	29,41	38,24

3. Odběrový diagram

Obrázek 10.1: Odběrový diagram



4. Potřebná velikost zásobníku

$$V_{znutné} = \frac{Q_{max}}{1,163 \cdot \Delta\theta} = \frac{56,9}{1,163 \cdot 45} = 1,09 \text{ m}^3$$

$$\Delta\theta = (t_i - t_s) = (55 - 10) = 45^\circ \text{ C}$$

5. Jmenovitý výkon

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{24} = \frac{191,18}{24} = 7,96 \text{ kW}$$

6. Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)} = 36,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{in} \cdot 10^3}{V \cdot \Delta t} = 0,64 \text{ m}^2$$

7. Návrh zásobníku

- pro špičkovou spotřebu teplé vody

$$V_z = 1,3 \cdot V_{z,nutné} = 1,163 \cdot 1,09 = 1,42 \text{ m}^3$$

Zvolen zásobník teplé vody Regulus RBC1500, o objemu 1500 l.

Navržen zásobník pro další akumulaci teplé vody Regulus RBC1000, o objemu 1000l.

Oba zásobníky mají elektrickou patronu pro dohřev TUV.

10.2 Návrh solárních kolektorů

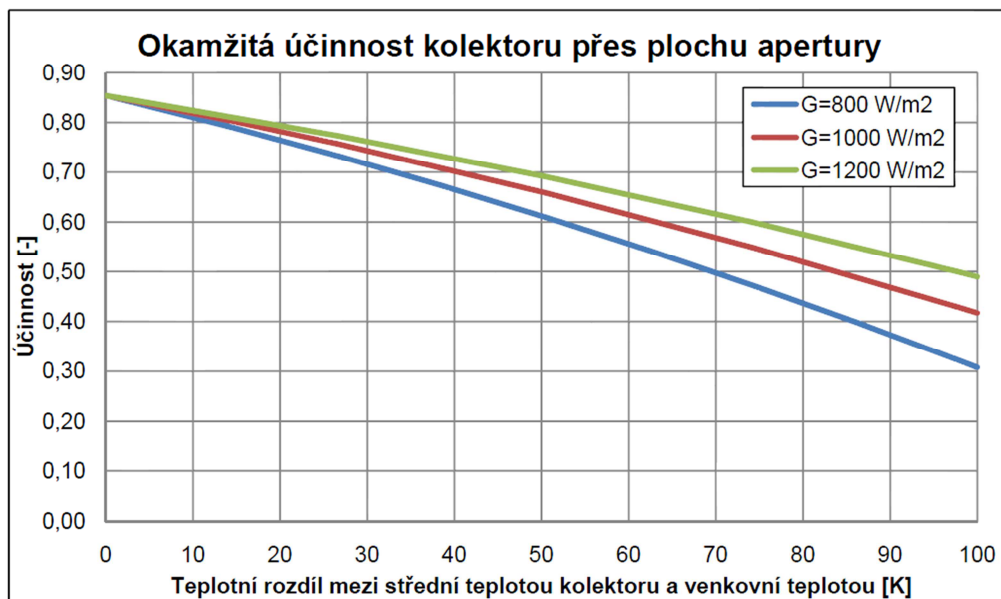
- potřeba teplé vody za den $2,81 \text{ m}^3$
- zvoleny solární kolektory Regulus KPW1 – C20AR
- celková plocha kolektoru $2,609 \text{ m}^2$
- plocha apertury $2,373 \text{ m}^2$
- plocha absorberu $2,373 \text{ m}^2$
- propustnost 96 %
- optická účinnost 85,4 %
- lineární součinitel $a_{1a} 3,37 \text{ W/m}^2\text{K}$
- kvadratický součinitel $a_{2a} 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$
- stagnační teplota $232 \text{ } ^\circ\text{C}$
- průtok media 30 l/h.m^2

Obrázek 10.2: Technický list solárních kolektorů KPW1 [22]

KPW1-C20AR – TECHNICKÝ LIST v1.2

Rozměry a váhy	
výška x šířka x tloušťka	2140x1215x110 mm
stavební výška	2151 mm
celková plocha	2,609 m ²
plocha apertury	2,373 m ²
plocha absorberu	2,373 m ²
hmotnost bez kapaliny	49,5 kg
Zasklení	
materiál	solární sklo s antireflexní vrstvou
tloušťka	4 mm
propustnost	96 %
Absorbér	
materiál	měď, tl. 0,2 mm
povrchová úprava	Sunselect
konstrukční typ	dvojírový, ultrazvukově svařovaný
materiál přípojovacích trubek	měď
rozměr přípojovacích trubek	2 x G1/2" vnější závit
materiál trubek absorberu	měď
rozměr trubek absorberu	2 x 5 x Ø 8 mm x 0,5 mm
pohltivost slunečního záření	95 %
emisivita	5 %
maximální pracovní tlak	10 bar
maximální pracovní teplota	120 °C
stagnační teplota	232 °C
teplonosná kapalina (složení; objem)	vodní roztok monoproplenglykolu 1:1; 1,24 l
doporučený průtok	60 – 120 l/h
Tepelná izolace	
materiál izolace	minerální vlna
tloušťka izolace	60 mm
Rám	
materiál rámu	hliníková slitina
barva rámu	stříbrná
zadní plech	hliníková slitina, tl. 0,5 mm
Koeficienty účinnosti na plochu apertury / absorberu	
η_{0s}	0,854 / 0,854
a_{1s}	3,37 / 3,37 W/m ² K
a_{2s}	0,010 / 0,010 W/(m ² K ²)

Obrázek 10.3: Graf účinnosti kolektoru [22]



Výpočet pro návrh solárních kolektorů

Tabulka 18: Návrh solárních kolektorů

NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	jednotky
t_e	1,7	2,8	7	12	17,2	20,2	22,1	21,8	18,5	13,1	7,7	3,5	°C
G_{60}	529	568	562	518	488	475	473	492	530	543	522	491	W/m²
η_{K60}	0,50	0,53	0,56	0,58	0,61	0,62	0,64	0,64	0,63	0,60	0,55	0,49	

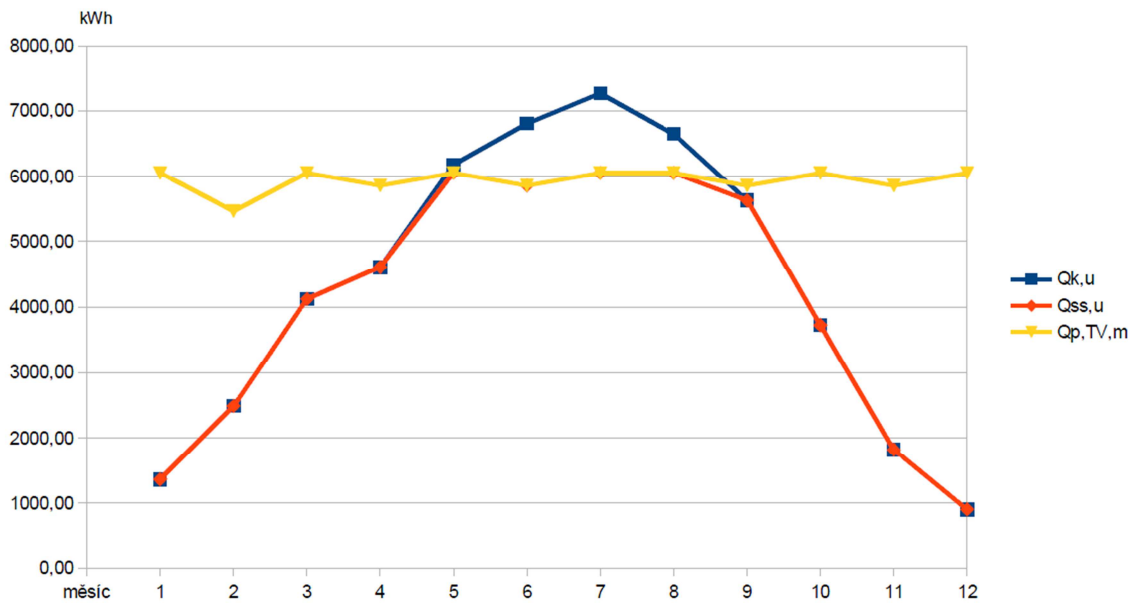
NÁVRH SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	jednotky	
$Q_{TV,den}$	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22	195,22		kWh	
$Q_{p,TV,m}$	6051,96	5466,29	6051,96	5856,74	6051,96	5856,74	6051,96	6051,96	5856,74	6051,96	5856,74	6051,96	71256,97	kWh	
T_r	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12		W/m²	
$H_{T,den,theor}$	4,98	6,17	7,17	7,53	7,85	8,01	7,77	7,43	7,11	6,27	5,17	4,38		kWh/m²	
$H_{T,den,dif}$	0,37	0,53	0,82	1,14	1,42	1,56	1,53	1,31	0,98	0,67	0,43	0,33		kWh/m²	
$H_{T,den}$	1,20	2,28	3,23	3,63	4,51	4,98	5,02	4,55	4,05	2,74	1,52	0,82		kWh/m²	
q_K	0,60	1,22	1,82	2,10	2,73	3,11	3,21	2,94	2,57	1,64	0,83	0,40		kWh/m²den	
A_k	340,20	168,25	112,57	97,49	75,13	66,00	63,87	69,83	79,81	124,61	246,67	511,83		m²	
													110,00	m²	
P_k		46,35												36,00	ks
A_{ks}														85,43	m²

BILANCE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	jednotky	
$Q_{k,u}$	1364,32	2491,69	4123,22	4607,35	6177,79	6805,94	7266,95	6647,00	5628,21	3724,64	1820,90	906,84	51564,85	kWh	
$Q_{s,a}$	1364,32	2491,69	4123,22	4607,35	6051,96	5856,74	6051,96	6051,96	5628,21	3724,64	1820,90	906,84	48679,80	kWh	
f													68,32	%	
$Q_{přebynek}$														2,89	MWh

Graf 3: Graf využitelnosti solárních zisků



Použité veličiny a výpočtové vztahy:

Účinnost solárního kolektoru

$$\eta_{k60} = \frac{\eta_0}{100} - a_1 \cdot \frac{t_m - t_e}{G} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G} \quad (-)$$

Účinnost udávaná výrobcem

$$\eta_0 (\%)$$

Lineární součinitel tepelných ztrát

$$a_1 (W/m^2K)$$

Kvadratický součinitel tepelných ztrát

$$a_2 (W/m^2K)$$

Střední intenzita slunečního záření

$$G_{60} (W/m^2)$$

Střední teplota v době slunečního svitu

$$t_{es} (^\circ C)$$

Denní potřeba tepla pro přípravu TV

$$Q_{T,den} = (1 + z) \cdot \frac{V_{TV,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{SV})}{3,6 \cdot 10^6} (kWh)$$

Tepelné ztráty zásobníku a rozvodů

$$z (-)$$

Potřeba teplé vody na den

$$V_{TV,den} (m^3)$$

Hustota vody

$$\rho (kg/m^3)$$

Měrná tepelná kapacita vody

$$c (J/kgK)$$

Měsíční potřeba tepla na přípravu TV

$$Q_{p,TV,m} = n \cdot Q_{TV,den} (kWh)$$

Počet dní v měsíci

$$n (-)$$

Denní dávka záření na plochu dané orientace a sklonu

$$H_{T,den} = \tau_r \cdot H_{T,den,teor} + (1 - \tau_r) \cdot H_{T,den,dif} \text{ (kWh/m}^2\text{den)}$$

Poměrná doba slunečního svitu

$$\tau_r \text{ (-)}$$

Teoreticky možná dávka ozáření

$$H_{T,den,teor} \text{ (kWh/m}^2\text{)}$$

Teoreticky možná dávka difuzního ozáření

$$H_{T,den,dif} \text{ (kWh/m}^2\text{)}$$

Denní měrný tepelný zisk

$$q_K = n \cdot H_{T,den} \text{ (kWh/m}^2\text{den)}$$

Aperturní plocha pro každý měsíc

$$A_k = \frac{(1+p) \cdot Q_{TV,den}}{q_K} \text{ (m}^2\text{)}$$

Aperturní plocha jednoho kolektoru

$$A_{1k} \text{ (m}^2\text{)}$$

Navržená plocha aperturní plochy

$$A_{1ks} \text{ (m}^2\text{)}$$

Ztráty v rozvodech solární soustavy

$$p \text{ (-)}$$

Počet kolektorů

$$P_k = \frac{A_k}{A_{1k}} \text{ (-)}$$

Měsíční teoreticky využitelný tepelný zisk kolektorové plochy

$$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_{k60} \cdot H_{T,den} \cdot A_{ks}(1 - p) \text{ (kWh)}$$

Měsíční využitelné tepelné zisky solární soustavy

$$Q_{ss,u} = \min(Q_{k,u}, Q_{p,TV,m}) \text{ (kWh)}$$

Procento solárního pokrytí za rok

$$f = 100 \cdot \frac{\sum_I^{XII} Q_{ss,u}}{\sum_I^{XII} Q_{p,c}} \text{ (%)}$$

Výsledky návrhu solárních kolektorů

- celková roční potřeba teplé vody $Q_{TV} = 71\,257 \text{ kWh}$
- celkový roční využitý zisk $Q_{SS} = 48\,679 \text{ kWh}$
- nevyužitá solární zisky $Q_{přebytek} = 2,89 \text{ MWh}$
- potřeba elektrické energie $Q_{EL} = 22\,578 \text{ kWh}$
- procento pokrytí za rok $68,32 \%$
- kolektory budou rozmístěny po ploché střeše objektu, na pravém křídle bude po šesti kolektorových polích, v každém poli bude šest kolektorů
- jednotlivá pole budou připojena Tichelmanovým zapojením
- objemový průtok jedním polem bude 427 l/h (30 l/h.m^2)

10.3 Dimenzování potrubních rozvodů solární soustavy

Potrubní rozvody budou provedeny z mědi a budou tepelně izolovány.

Tabulka 19: Dimenzování potrubních rozvodů solárního okruhu

Úsek ozn.	Průtok Q (l/h)	Dxt	Tlaková ztráta třením R (Pa/m)	Rychlost w (m/s)	Délka okruhu (m)	celková tlaková ztráta třením p_z (Pa)	Tlaková ztráta vřazenými odpory Z (Pa)	Tlaková ztráta prvků soustavy Δp (Pa)	Tlaková ztráta úseku celkem (Pa)	Tlaková ztráta celkem Δp_{DIS} (Pa)
1	427	22x1	110	0,38	8,2	902	90,2	7100	8092,2	8092,2
2	899	28x1,5	120	0,42	8,2	984	98,4	7100	8182,4	16274,6
3	1371	35x1,5	90	0,44	8,2	738	73,8	7100	7911,8	24186,4
4	1843	35x1,5	140	0,56	8,2	1148	229,6	7100	8477,6	32664
5	2315	42x1,5	80	0,56	8,2	656	131,2	7100	7887,2	40551,2
6	2315	42x1,5	80	0,56	83,5	6680	1336	7100	15116	55667,2
tlaková ztráta kalorimetru								26000		
tlaková ztráta deskového výměníku								10000		
tlaková ztráta seřizovacího ventilu								600		
tlaková ztráta celkem								36600		
celková tlaková ztráta (Pa)										92267,2

Použité veličiny a vztahy:

Objemový průtok

$$Q \text{ (l/h)}$$

Tlaková ztráta okruhu třením

$$R = \lambda \cdot \frac{w^2}{2 \cdot d \cdot \rho} \text{ (Pa/m)}$$

Rychlost proudění vody v potrubí

$$w = \frac{Q}{S} \text{ (m/s)}$$

Vnitřní profil potrubí

$$d = D - 2 \cdot t \text{ (mm)}$$

Vnější profil potrubí

$$D \text{ (mm)}$$

Tloušťka stěny potrubí

$$t \text{ (mm)}$$

Hustota teplotnosné látky

$$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Součinitel tření

$$\lambda \text{ (-)}$$

Délka potrubí

$$l \text{ (m)}$$

Celková tlaková ztráta třením okruhu

$$p_z = R \cdot l \text{ (Pa)}$$

Tlaková ztráta vřazenými odpory

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$$

Součinitel místního odporu

$$\xi \text{ (-)}$$

Tlaková ztráta prvků soustavy

$$\Delta p \text{ (Pa)}, \text{ odečteno z grafu výrobce}$$

Celková tlaková ztráta úseku

$$\Delta p_{DIS} = p_z + Z + \Delta p \text{ (Pa)}$$

10.3.1 Izolace potrubních rozvodů

Tabulka 20: Izolace solárního potrubí

DN potrubí	Materiál izolace	Tloušťka (mm)	Požadovaný součinitel prostupu tepla U_N (w/m ² K)	Skutečný součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)
22	DE Witky	50	0,18	0,16
28	Eurobatex	50	0,18	0,18
35		50	0,18	0,20
42		50	0,27	0,22

10.4 Návrh deskového výměníku

- potřebný výkon deskového výměníku
Dle podkladů výrobce Regulus RHC lze uvažovat výkon 500 W/m² plochy solárních kolektorů.
 $Q_{\text{výměníku}} = A_k \cdot 500 = 85,43 \cdot 500 = 42,5 \text{ kW}$
- popis označení výměníku: 60/30→velikost/počet desek

Navržen deskový protiproudý výměník Reflex RHC 60/30 o výkonu 71 kW.

10.5 Návrh oběhového čerpadla

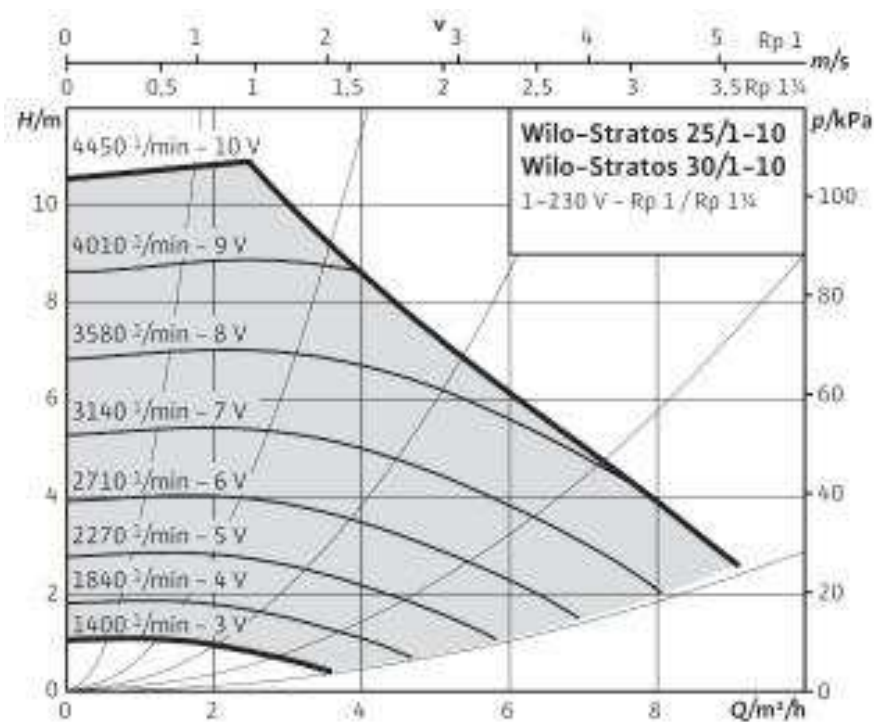
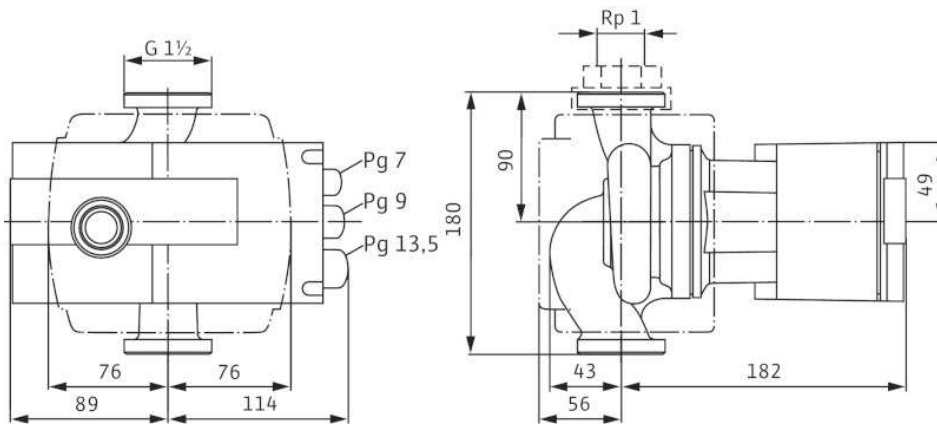
1. Pro okruh solární kolektory – deskový výměník

- objemový průtok 1,596 m³/h
- tlaková ztráta okruhu 92,27 kPa
- dopravní výška

$$h = \frac{\Delta p_{DIS}}{(g \cdot \rho)} = \frac{92\,267}{(9,81 \cdot 1066)} = 8,82 \text{ m}$$

Navrženo oběhové čerpadlo WILO Stratos 25-1/10.

Obrázek 10.4: Oběhové čerpadlo WILO Stratos 25-1/10 [23]

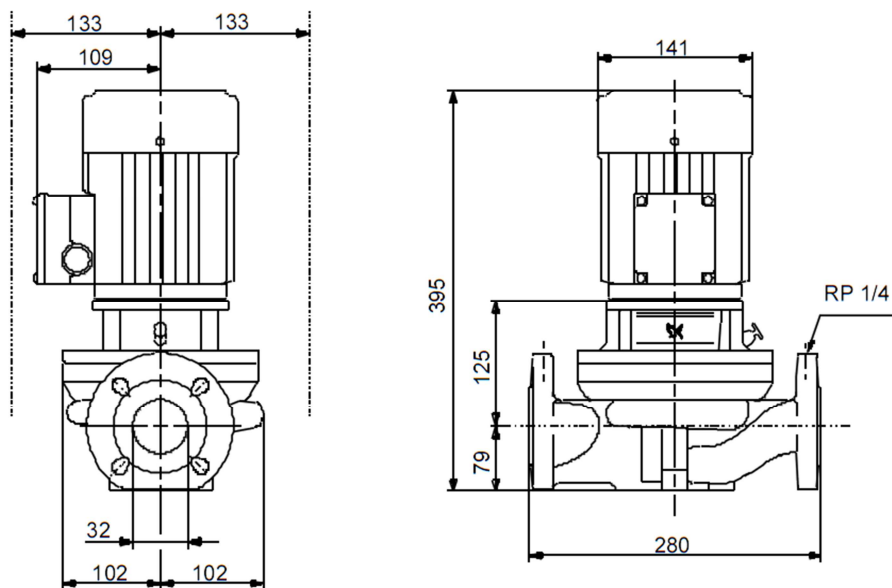


2. Pro okruh deskový výměník – zásobníky teplé vody

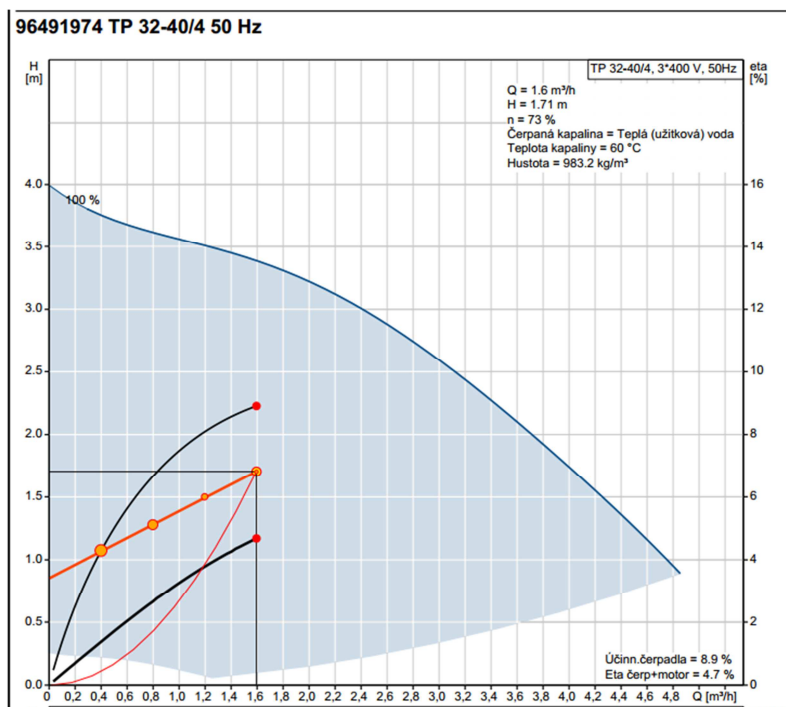
- objemový průtok $Q = 1,596 \text{ m}^3/\text{h}$
- dopravní výška 1,71 m

Navrhuji čerpadlo Grundfos TP 32-40/4 50 Hz.

Obrázek 10.5: Oběhové čerpadlo Grundfos TP 32-40/4 [21]



Obrázek 10.6: Oběhové čerpadlo Grundfos TP 32-40/4 [21]



10.6 Návrh pojistného zařízení pro solární okruh

10.6.1 Expanzní nádoba

1. Expanzní nádoba pro okruh solární kolektory – deskový výměník

- plnicí tlak

$$p_o = h \cdot \rho \cdot g + p_d + p_c = 8,21 \cdot 1066 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 80 + 54,54 = 219,9 \text{ kPa}$$

- otevírací tlak pojistného ventilu

$$p_{ot} < p_k - h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_{ot} < 1000 - 8,21 \cdot 1066 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 914,44 \text{ kPa}$$

Volím otevírací přetlak 900 kPa.

- maximální provozní přetlak

$$p_e = 0,9 \cdot p_{ot} = 0,9 \cdot 900 = 810 \text{ kPa}$$

- objem kapaliny

$$V = V_{tr} + V_{kol} + V_{zár} = 121,02 + 54,6 + 8 = 183,62 \text{ l}$$

- expanzní objem

V_s	minimální objem kapaliny v expanzní nádobě
	$V_s = 1$ až 10 % z objemu solární soustavy, min. 2 l
β	objemová roztažnost kapaliny
V_k	objem kapaliny v solárních kolektorech
V_{EN}	objem expanzní nádoby

$$V_{EN} = (V_s + V \cdot \beta + V_k) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_o} \cdot 1,3$$

$$= (2 + 183,62 \cdot 0,1 + 54,6) \cdot \frac{810 + 100}{810 - 219,9} \cdot 1,3$$

$$V_{EN} = 150,28 \text{ l}$$

Volím expanzní nádobu s membránou Reflex S o objemu 200 l.

- předřazená expanzní nádoba

$$V_{PN} = \frac{V_k}{2} = \frac{54,6}{2} = 28,3 \text{ l}$$

Volím předřazenou expanzní nádobu Reflex V60 o objemu 60 l.

- dimenze expanzního potrubí

maximální tepelný výkon kolektorového pole $Q_p = 65,87 \text{ kW}$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{65,87} = 26,36 \text{ mm}$$

Volím průřez expanzního potrubí 28x1,5 mm.

2. Expanzní nádoba pro okruh deskový výměník – zásobníky teplé vody

- plnicí tlak

$$p_o = h \cdot \rho \cdot g + p_d + p_\varepsilon = 0,5 \cdot 1066 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 80 + 7,86 = 93,09 \text{ kPa}$$

- otevírací tlak

$$p_{ot} < p_k - h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_{ot} < 400 - 0,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 395 \text{ kPa}$$

Volím otevírací přetlak 350 kPa.

- maximální provozní přetlak

$$p_e = 0,9 \cdot p_{ot} = 0,9 \cdot 350 = 315 \text{ kPa}$$

- objem vody v soustavě

$$V = V_{potrubí} + V_{zásobníků} + V_{deskový \text{ výměník}} = 7,86 + 20 + 26 + 2 = 55,86 \text{ l}$$

- expanzní objem

$$V_{EN, \text{minimální}} = 1,3 \cdot V \cdot n = 1,3 \cdot 55,86 \cdot 0,018 = 1,31 \text{ l}$$

- předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{EN} = V \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_o} = 1,31 \cdot \frac{315 + 100}{315 - 93,09} = 2,44 \text{ l}$$

Volím expanzní nádobu s membránou Gitral VVEF 8, o objemu 8 l.

- dimenze expanzního potrubí
maximální tepelný výkon $Q_p = 71 \text{ kW}$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{71} = 26,80 \text{ mm}$$

Volím průřez expanzního potrubí 28x1,5 mm.

10.6.2 Pojistný ventil

1. Pojistný ventil pro část okruhu solární kolektory – deskový výměník

- otevírací přetlak $p_{ot} = 900 \text{ kPa}$
- jmenovitý výkon zdroje $Q_n = 65,87 \text{ kW}$
- konstanta vývinu vodní páry $K = 2,741$
- výtokový součinitel α_w , dle průřezu sedla ventilu
- součinitel zvětšení sedla a , dle výtokového součinitele α_w
- nutný průřez sedla pro odvod výkonu v páře

$$S_o = \frac{Q_n}{\alpha_w \cdot K} = \frac{65,87}{0,444 \cdot 2,741} = 54,12 \text{ mm}^2$$

- skutečný průřez sedla $S_o = 113 \text{ mm}^2$
- ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{54,12}{\pi}} = 8,30 \text{ mm}$$

- průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_p = a \cdot d_i = 1,58 \cdot 8,30 = 13,12 \text{ mm}$$

- výstupní pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{65,87} = 26,36 \text{ mm}$$

Volím průřez pojistného potrubí 28x1,5 mm.

Navržen pojistný ventil DUCO DN 15 pro uzavřené solární soustavy.

2. Pojistný ventil pro část okruhu deskový výměník – zásobníky teplé vody

- otevírací přetlak $p_{ot} = 350 \text{ kPa}$
- jmenovitý výkon zdroje $Q_n = 71 \text{ kW}$
- konstanta vývinu vodní páry $K = 1,41$
- výtokový součinitel α_w , dle průřezu sedla ventilu
- součinitel zvětšení sedla a , dle výtokového součinitele α_w
- průřez sedla

$$S_o = \frac{Q_n}{\alpha_w \cdot K} = \frac{71}{0,444 \cdot 1,41} = 111,81 \text{ mm}^2$$

- skutečný průřez sedla $S_o = 113 \text{ mm}^2$
- ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{111,81}{\pi}} = 11,93 \text{ mm}$$

- průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_p = a \cdot d_i = 1,58 \cdot 11,93 = 18,86 \text{ mm}$$

- výstupní pojistné potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q_p} = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{71} = 26,71 \text{ m}$$

Volím průřez pojistného 28x1,5.

Navržen pojistný ventil DUCO MEIBES DN 20.

11 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ OBJEKTU DLE ČSN EN ISO 13 790 (2009) – ENB

Výpočet roční potřeby tepla dle ČSN EN ISO 13 790 (2009) – ENB

Tabulka 21: Roční potřeba tepla pro vytápění

Počet dní v měsíci a průměrná venkovní teplota (NKN)												
měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní	31	28	31	31	30	31	30	31	31	30	30	31
venkovní teplota	-3,9	-3	0,3	3,7	8,5	14,3	16,6	16,6	10,3	6,6	1,2	-2,2

Energie dopadajícího slunečního záření (kWh/m ² .den)												
měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
S	0,323	0,581	0,783	1,143	1,453	1,651	1,542	1,251	0,901	0,613	0,3	0,234
J	1,106	1,966	2,268	2,435	2,502	2,218	2,324	2,647	2,252	1,832	1,051	0,759
V	0,468	0,867	1,34	1,952	2,873	2,852	2,671	2,615	1,618	0,985	0,45	0,347
Z	0,581	1,126	1,542	2,102	2,413	2,552	2,704	2,357	1,651	1,106	0,567	0,347
H	0,613	1,188	2,09	3,303	4,358	4,412	4,391	3,955	2,585	1,598	0,692	0,484

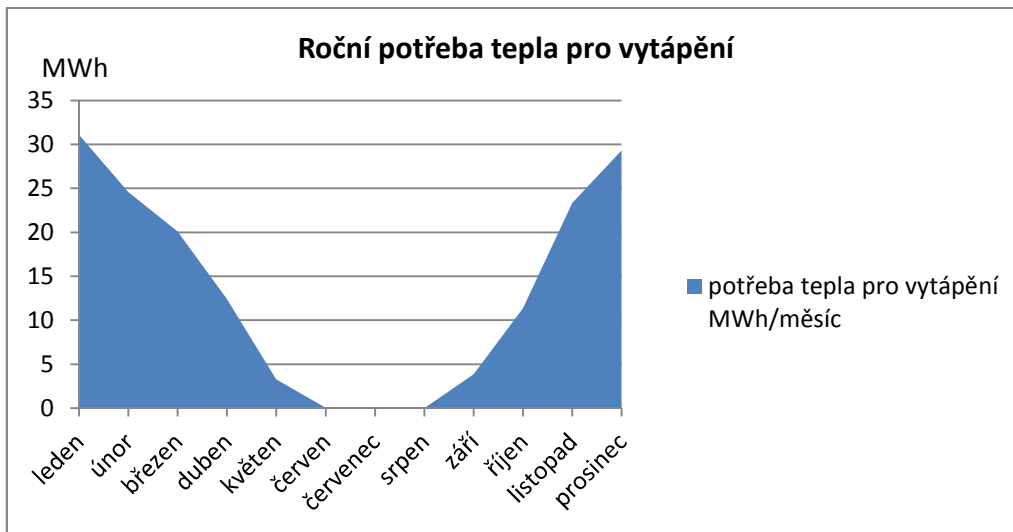
Roční potřeba energie pro vytápění

měsíc/veličina		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	jednotka
tepelná energie za den	Q_{TR}	-1234,32	-1187,84	-1017,41	-841,82	-593,92	-294,38	-175,59	-175,59	-500,96	-692,04	-970,93	-1146,52	kWh/den
solární zisky	Q_{Sol}	95,50	175,06	233,41	307,82	383,59	388,80	382,36	362,47	256,95	177,83	91,15	65,74	kWh
pasivní zisky z vnitřních zdrojů	Q_{int}	135,6												kWh
denní potřeba tepla pro vytápění	$Q_{t,den}$	-1003,221	-877,18	-648,51	-400,09	-109,49	-1,68	-0,03	-0,04	-123,88	-379,06	-744,18	-945,18	kWh/den
měsíční potřeba tepla pro vytápění	$Q_{t,měsíc}$	-31099,86	-24561,1	-20103,87	-12402,65	-3284,834	-52,11	-1,01	-1,37	-3840,15	-11372	-22325,3	-29300,65	kWh/měsíc
roční potřeba tepla pro vytápění	$Q_{t,rok}$	158,34												MWh/rok

měsíc/veličina		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	jednotka
podíl zisků a ztrát v otopném režimu	γ	0,187	0,262	0,363	0,527	0,874	1,781	2,950	2,837	0,784	0,453	0,234	0,176	(-)

Roční potřeba tepla pro vytápění $Q_{H,rok} = 158,34$ MWh/rok

Graf 4: Roční potřeba tepla pro vytápění



Vztahy uvažované ve výpočtu:

Měrná tepelná ztráta prostupem tepla

$$H_T \text{ (W/K)}$$

Měrná tepelná ztráta větráním

$$H_V \text{ (W/K)}$$

Celková měrná tepelná ztráta

$$H_{TR} = H_T + H_V \text{ (W/K)}$$

Podrobný výpočet těchto veličin je uveden v části 2.2

Výpočtová tepelná ztráta objektu

$$Q_L = (H_T + H_V) \cdot (t_i - t_{e,výp}) \text{ (W)}$$

Teplota interiéru

$$t_i \text{ (°C)}$$

Výpočtová venkovní teplota

$$t_{ie,výp} \text{ (°C)}$$

Tepelná ztráta prostupem za den

$$Q_{TR} = H_{TR} \cdot (t_e - t_i) \cdot \frac{24}{1000} \text{ (kWh)}$$

Průměrná venkovní teplota v daném měsíci

$$t_e \text{ (°C)}$$

Solární zisky

$$Q_{Sol} = \sum F_p \cdot I_i \cdot S_i \cdot g_i \text{ (kWh/den)}$$

Podíl skla z plochy okna

$$F_p \text{ (-)}$$

Propustnost okna (dle počtu skel)

$$g \text{ (-)}$$

Energie dopadajícího slunečního záření

$$I_i \text{ (kWh/m}^2\text{den)}$$

Plocha oken

$$S_i \text{ (m}^2\text{)}$$

Pasivní zisky z vnitřních zdrojů

$$Q_{int} = q_{app} \cdot S_p \cdot \frac{h_{pr}}{1000}$$

Doba přítomnosti osob

$$h_{pr} \text{ (-)}$$

Zátěž vnitřních zdrojů

$$q_{app} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Podíl zisků a ztrát v otopném režimu

$$\gamma = \frac{Q_{Sol} + Q_{int}}{Q_{TR}} \text{ (-)}$$

Vnitřní tepelná kapacita budovy

$$C = C_m \cdot S \text{ (J/K)}$$

Měrná tepelná kapacita plošných konstrukcí

$$C_m \text{ (J/K)}$$

Plocha vnitřních konstrukcí

$$S \text{ (m}^2\text{)}$$

Časová konstanta budovy

$$\tau = \frac{C/3600}{H_{TR}} \text{ (-)}$$

Faktor setrvačnosti budovy	$a = 1 + \frac{\tau}{15} (-)$
Stupeň využití budovy pro $\gamma \neq 1$	$\eta_H = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}} (-)$
Denní potřeba tepla pro vytápění	$Q_{H,d} = Q_{L,H} - \eta_H \cdot Q_{Sol} (kWh/den)$
Měsíční potřeba tepla pro vytápění	$Q_{H,m} = Q_{H,d} \cdot d_m (kWh/měsíc)$
Počet dní v měsíci	$d_m (-)$
Roční potřeba tepla pro vytápění	$Q_{H,rok} = Q_{H,m} \cdot 12 (kWh/rok)$

12 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Pro účely ekonomického hodnocení byl porovnán navržený způsob vytápění a přípravy TV pro daný objekt s možností, v níž by zdrojem tepla byl plynový kondenzační kotel a příprava TV by byla realizována ohřevem zásobníku pomocí plynového kotle. Do investičních nákladů byly zahrnuty výdaje na pořízení zdroje tepla a zdroje pro přípravu TV. Otopné plochy, rozvody topné vody a zásobník TV o objemu 1 500 l jsou společné pro obě možnosti.

Pro porovnání byly vyhodnoceny dvě varianty:

- První varianta (Varianta I) byla hodnocena pro porovnání investic bez podpory z veřejných zdrojů.
- Druhá varianta (Varianta II) byla hodnocena se započtením dotace. V současné době je vyhlášena výzva Operačního programu životního prostředí, prioritní osa 5 (Oblast podpory 3.1 – Výstavba nových zařízení a rekonstrukce stávajících zařízení s cílem zvýšení využívání OZE pro výrobu tepla, elektřiny a kombinované výroby tepla a elektřiny). V rámci této výzvy lze získat dotaci ve výši 85% z celkových uznatelných nákladů. Ve svém hodnocení jsem uvažovala s možností získat 40% dotaci z investičních nákladů na instalované technologie.
- Při určování investičních nákladů byly použity orientační internetové ceny.

Porovnávané možnosti:

Tabulka 22: Ekonomické vyhodnocení – porovnávané možnosti

Číslo možnosti	Vytápění	Příprava TV
1	Tepelné čerpadlo	Solární kolektory
2	Kondenzační plynový kotel	Plynový kotel

Ceny energií

Tabulka 23: Ekonomické vyhodnocení – ceny energií

Položka	Možnost 1, cena za MWh (Kč)	Možnost 2, cena za MWh (Kč)
Elektrická energie	2530	4670
Zemní plyn	-	1400

Varianta I

Investiční výdaje

1. Tepelné čerpadlo, solární kolektory

	Položka	Uvažovaná cena (Kč)
Vytápění	Tepelné čerpadlo – Buderus Logatherm WPS 22, 2x	743 600
	Vrty pro tepelné čerpadlo	1 320 000
	Vyrovnávací zásobník – Buderus P750W	20 000
	Elektrokotel – Thermona Therm 20	17 000
Příprava TV	Solární kolektory – Regulus KPW1, 36x	871 200
	Deskový výměník – Reflex RHC 60/24	18 000
	Čerpadla solárního okruhu a okruhu deskový výměník - zásobníky	41 000
	Zásobník TV 1000 l	49 000
	Expanzní nádoby	36 800
	Potrubní rozvody - Cu	52 600
Celkem		3 169 200

2. Plynový kotel

	Položka	Uvažovaná cena (Kč)
Vytápění	Kondenzační plynový kotel – Baxi LUNA DUO TEC MP 1.70	97 900
Příprava TV	Plynový kotel pro přípravu TV – Baxi NUVOLA 3 COMFORT MAX 320 Fi	98 500
Plynovodní přípojka		62 800
Celkem		259 200

Porovnání nákladů a spotřeb

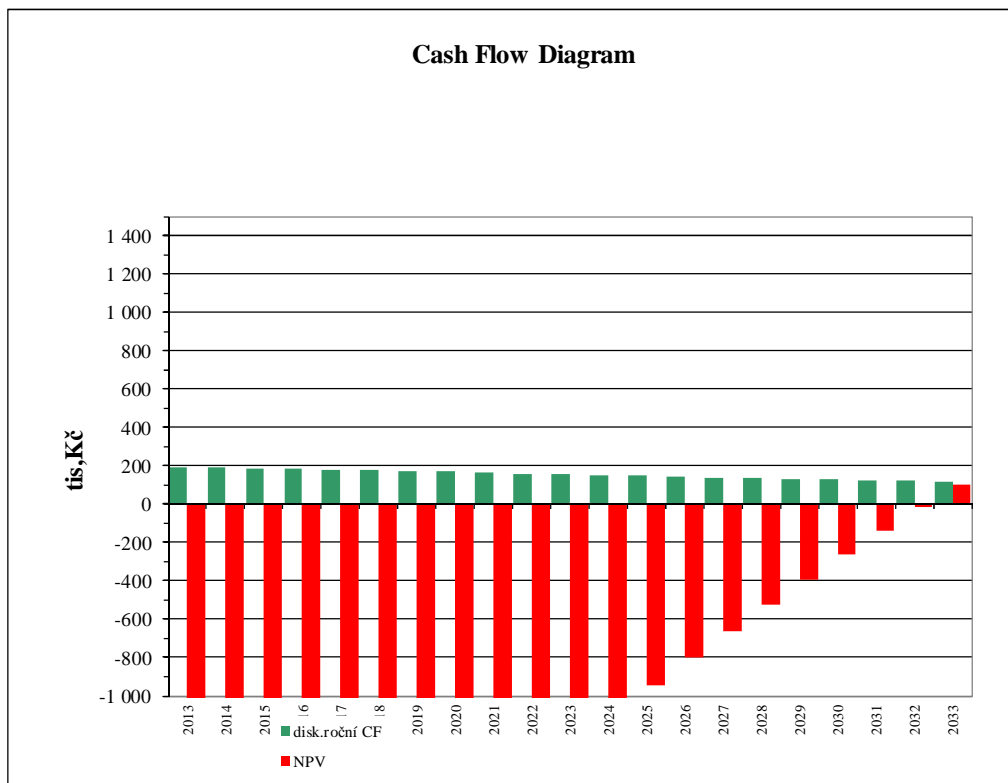
Položka	Tepelné čerpadlo Kč/rok	Plynový kondenzační kotel Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění (Kč)	91 384	221 676
Spotřeba energie na přípravu TV (Kč)	35 167	112 616
Ostatní spotřeba energie (Kč)	65 122	65 660
Pronájem elektroměru/plynoměru (Kč)	4 080	5 220
Celkem (Kč)	195 753	405 172

Položka	Tepelné čerpadlo COP=4	Plynový kondenzační kotel $\eta=96\%$,
Spotřeba energie na vytápění (MWh/rok)	36,12	158,34
Podpora elektrokotlem (MWh/rok)	13,9	-
Spotřeba energie na přípravu TV (MWh/rok)	25,74	80,44
Ostatní spotřeba energie (MWh/rok)	14,06	14,06
Celkem (MWh/rok)	89,82	252,84

Roční úspora činí 209 419 Kč a 163,02 MWh/rok.

Ekonomické hodnocení - Varianta 1

Doba hodnocení roky: 20



VÝSLEDNÁ TABULKA CF

Hodnocené období	2013 - 2033
Rok diskontování	2013
Diskontní sazba	5 %
Roční CF	204,4 tis.Kč
Prostá doba návratnosti	15,5 rok
Reálná doba návratnosti	20,0 rok
IRR	5,3 %
Čistá současná hodnota (NPV)	99,7 tis.Kč

Varianta II

Investiční výdaje

1. Tepelné čerpadlo, solární kolektory

	Položka	Uvažovaná cena (Kč)
Vytápění	Tepelné čerpadlo – Buderus Logatherm WPS 22, 2x	743 600
	Vrty pro tepelné čerpadlo	1 320 000
	Vyrovňovací zásobník – Buderus P750W	20 000
	Elektrokotel – Thermona Therm 20	17 000
Příprava TV	Solární kolektory – Regulus KPW1, 36x	871 200
	Deskový výměník – Reflex RHC 60/24	18 000
	Čerpadla solárního okruhu a okruhu deskový výměník - zásobníky	41 000
	Zásobník TV 1000 l	49 000
	Expanzní nádoby	36 800
	Potrubní rozvody - Cu	52 600
Celkem		3 169 200
Dotace z OPŽP 40%		1 267 680
Investice po odečtení dotace		1 901 520

2. Plynový kotel

	Položka	Uvažovaná cena (Kč)
Vytápění	Kondenzační plynový kotel – Baxi LUNA DUO TEC MP 1.70	97 900
Příprava TV	Plynový kotel pro přípravu TV – Baxi NUVOLA 3 COMFORT MAX 320 Fi	98 500
Plynovodní přípojka		62 800
Celkem		259 200

Porovnání nákladů a spotřeb

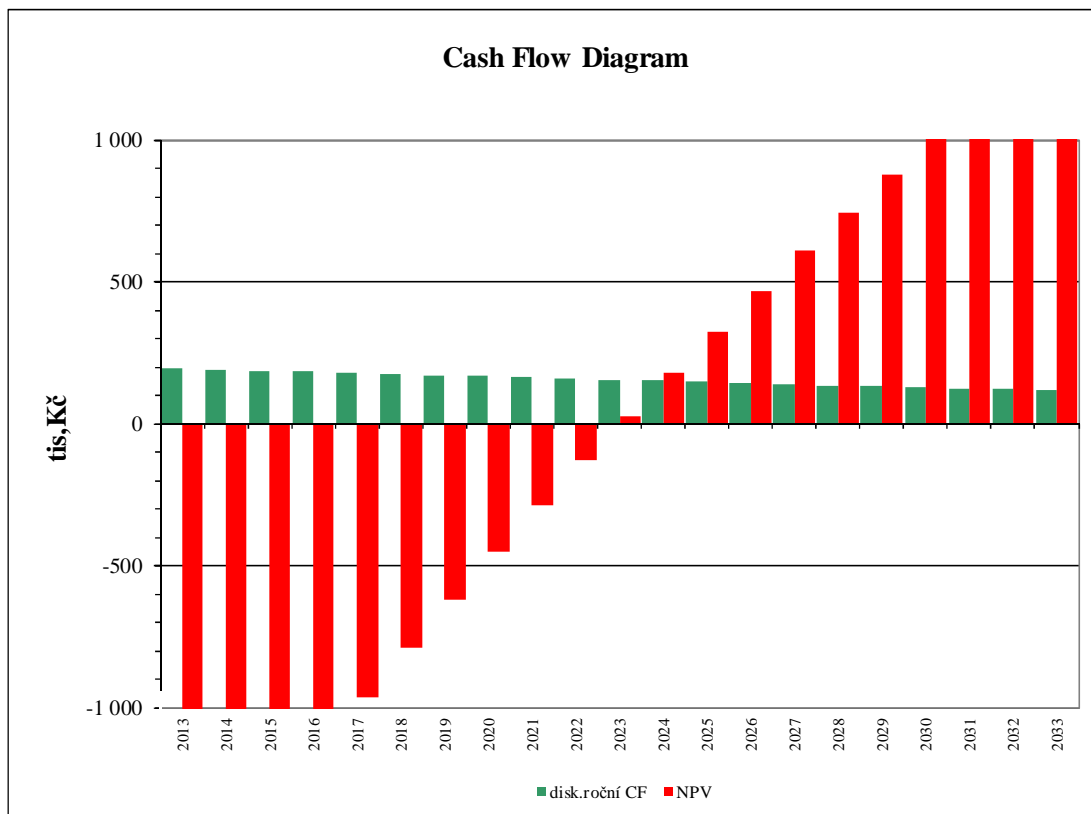
Položka	Tepelné čerpadlo Kč/rok	Plynový kondenzační kotel Kč/rok
Spotřeba energie na vytápění (Kč)	91 384	221 676
Spotřeba energie na přípravu TV (Kč)	35 167	112 616
Ostatní spotřeba energie (Kč)	65 122	65 660
Pronájem elektroměru/plynoměru (Kč)	4 080	5 220
Celkem (Kč)	195 753	405 172

Položka	Tepelné čerpadlo COP=4	Plynový kondenzační kotel $\eta=96\%$,
Spotřeba energie na vytápění (MWh/rok)	36,12	158,34
Podpora elektrokotlem (MWh/rok)	13,9	-
Spotřeba energie na přípravu TV (MWh/rok)	25,74	80,44
Ostatní spotřeba energie (MWh/rok)	14,06	14,06
Celkem (MWh/rok)	89,82	252,84

Roční úspora činí 209 419 Kč a 163,02 MWh/rok.

Ekonomické hodnocení - Varianta 2

Doba hodnocení roky: 20



VÝSLEDNÁ TABULKA CF

Hodnocené období	2013 - 2033
Rok diskontování	2013
Diskontní sazba	5 %
Roční CF	204,4 tis.Kč
Prostá doba návratnosti	9,3 rok
Reálná doba návratnosti	10,0 rok
IRR	11,5 %
Čistá současná hodnota (NPV)	1 367,4 tis.Kč

Závěr ekonomického vyhodnocení:

Výsledky ekonomického hodnocení ukázaly, že investice do OZE mají oproti klasickému způsobu vytápění vyšší investiční náklady, ale na druhou stranu nižší provozní náklady. I přes to, že ceny byly stanoveny orientačně si myslím, že i bez započtení dotace je patrná návratnost.

C) PROJEKT

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Obecné informace o stavbě

Projektová dokumentace se týká novostavby penzionu pro důchodce s lékařskou službou a lékárnou. Objekt bude umístěn v Uherském Ostrohu, p.č. 63/4. Klimatická oblast I, budova je nechráněná, stojící na pozemku samostatně.

Objekt je navržen jako třípodlažní, bez podsklepení, střecha nad částí objektu plochá jednoplášťová, nad vstupní částí sedlová. Obvodové svislé konstrukce jsou zděné z tvárnic Heluz STI 30 zateplené kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací Isover TF PROFI tloušťky 140 mm. Otvorové výplně jsou navrženy jako plastové s izolačním dvojsklem. Podlaha k zemině je tvořena nášlapnou vrstvou z keramických dlaždic, roznášecí betonovou vrstvou, tepelnou izolací Isover EPS Grey 150 tloušťky 180 mm, hydroizolační vrstvou a podkladním betonem. Střešní konstrukce je tvořena nosnou železobetonovou konstrukcí, tepelnou izolací Isover EPS 200S v celkové tloušťce 280 mm a povlakovou krytinou. Strop pod nevytápěnou půdou se střechou bez tepelné izolace má stejnou skladbu jako plochá střecha.

Objekt je navržen tak, aby splňoval tepelnou pohodu v interiéru. Výpočet tepelných ztrát byl proveden podle ČNS EN 12 831 – Tepelné soustavy v budovách. Teploty v interiéru byly uvažovány 20 °C pro obytné části, 24 °C pro ordinace lékařů a 15 °C pro chodby. Venkovní výpočtová teplota pro danou oblast byla stanovena na -12 °C. Tepelná ztráta objektu byla stanovena metodou Přesných tepelných ztrát na 65,36 kW.

Všechny konstrukce posuzovaného objektu splňují hodnotu součinitele prostupu tepla U na doporučenou hodnotu, dle ČSN 73 0540-2.

Dle energetického štítku byl objekt zařazen do klasifikační třídy B – úsporná.

Zdroj tepla

Jako hlavní zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo země voda v bivalentně paralelním způsobu provozu v kombinaci s elektrokotlem. Jsou navržena dvě tepelná čerpadla značky Buderus Logatherm 22 o celkovém topném výkonu 50 kW zapojena Tichelmanovým způsobem. Druhým zdrojem bude elektrokotel Thermona Therm 20 o výkonu 20 kW. Bod bivalence je - 4 °C.

Pro vyrovnání tlaků a následnou distribuci tepelné energie je navržen taktovací zásobník Buderus P750 W o objemu 750 l. Taktovací zásobník je připojen do uzavřeného

topného okruhu. Regulace bude zajištěna regulačním přístrojem Logmatic HMC 10 s externími teplotními čidly FR1 čidlo prostorové teploty a FA čidlo venkovní teploty. Regulace bude určovat provoz tepelných čerpadel a elektrokotle, kdy při vyšších venkovních teplotách bude v provozu pouze jedno tepelné čerpadlo a při nízkých venkovních teplotách, pod $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, sepne elektrokotel. Regulace topných okruhů bude řízena na základě ekvitermní křivky.

Součástí topného systému bude pojišťovací ventil Duco Meibes DN 20, navržený pro každé tepelné čerpadlo a za vyrovnávací nádrž a tlaková expanzní nádoba s membránou Regulus MB 105 o objemu 105 l. Elektrokotel obsahuje pojistný ventil z výroby.

Ze zdroje tepla bude topná voda vedena do vyrovnávacího zásobníku a odtud do hlavního kombinovaného rozdělovače a sběrače Raciotherm KRS 80.120 s osazeným regulačním šroubením, odkud se bude topná voda rozdělovat do jednotlivých podlažních kombinovaných rozdělovačů a sběračů Raciotherm KRS 70.100 a do větve deskových otopných těles. Všechny větve budou osazeny uzavíracím kulovým kohoutem, vypouštěcím ventilem, filtrem, zpětnou klapkou, čerpadlem a směšovacím ventilem Ivar MIX, teploměrem a tlakoměrem. Z podlažních kombinovaných rozdělovačů a sběračů Raciotherm KRS 70.100 bude topná voda vedena k dílčím rozdělovačům a sběračům a odtud se bude rozdělovat pro jednotlivé místnosti. Dílčí rozdělovače a sběrače budou Ivar CI/CS 533 VP s osazeným regulačním šroubením a integrovanými průtokoměry pro odečtení spotřeby jednotlivých bytových jednotek.

Pro přípravu teplé užitkové vody byly jako hlavní zdroj navrženy solární kolektory Regulus KPW2, které budou umístěny na ploché střeše objektu ve sklonu 60° , orientované k jihu. Počet solárních kolektorů byl navržen 36 kusů. Teplá voda se bude ukládat v akumulacích zásobnících Regulus RBC1000 o objemu 1000 l a Regulus RBC1500 o objemu 1500 l. Jako záložní zdroj pro TV bude sloužit elektrická patrona, o příkonu 25 kW, umístěná v každém zásobníku. Na výstupu teplé vody ze zásobníků bude umístěn trojcestný směšovací ventil, aby nedošlo k opaření uživatelů.

System vytápění objektu

Vytápění budovy je rozděleno podle teploty otopné vody na část s podlahovým vytápěním a část s deskovými otopnými tělesy. System bude rozdělen do čtyř větví (A, B, C, D), z nichž jedna bude pro desková otopná tělesa (větev D) a zbylé tři (větev A, B, C) pro podlahové vytápění. Jednotlivé větve budou vystupovat z hlavního rozdělovače a sběrače Raciotherm KRS 80.120, umístěného v technické místnosti. Topná voda bude vedena jednou větví k deskovým otopným tělesům v měděném potrubí, dimenze dle projektové dokumentace a zbývajícími třemi větvemi v měděném potrubí, dimenze dle projektové dokumentace, k podlažním kombinovaným rozdělovačům a sběračům Raciotherm KRS 70.100. Odkud bude dále vedena k dílčím rozdělovačům a sběračům Ivar CI/CS 553 VP pro jednotlivé místnosti vytápěné podlahovým vytápěním. Materiál potrubí topného hada bude síťovaný polyethylen Pe-X.

Větev pro desková otopná tělesa (D) bude mít teplotní spád 50/40 °C a větve pro podlahové vytápění (A, B, C) budou mít teplotní spád 38/30 °C. V každé větvi bude oběh topné vody zajištěn oběhovým čerpadlem, pro desková otopná tělesa (označení D) oběhovým čerpadlem GRUNDFOS MAGNA1 25-40, pro první nadzemní podlaží (označení A) GRUNDFOS MAGNA1 25-40, pro druhé nadzemní podlaží (označení B) GRUNDFOS MAGNA 25-60, pro třetí nadzemní podlaží (označení C) GRUNDFOS MAGNA 25-60. Na každé větvi bude trojcestný směšovací ventil IVAR MIX3. Dále bude na každé větvi filtr, zpětná klapka, teploměr, manometr, uzavírací kohout, vypouštěcí ventil a automatický odvzdušňovací ventil. Dílčí rozdělovače a sběrače budou s integrovanými průtokoměry pro zjištění odběrů tepla jednotlivých bytových jednotek.

V obytných místnostech, lékárně a ordinacích bude k vytápění sloužit podlahové vytápění, rozvedené po místnostech pomocí topných hadů ze síťovaného polyethylenu Pe-X vedené ve tvaru spirály. V chodbách budou k vytápění sloužit desková otopná tělesa Korado Radik VKU se spodním připojením. V místnostech 103, 105, 107, 111, 112, 113, 116, 117, 119, 123, 126, 129, 145, 146, 148, 150, 154, 162, 204, 208, 212, 216, 221, 226, 231, 235, 239, 244, 249, 253, 257, 304, 308, 312, 316, 321, 326, 331, 335, 339, 344, 349, 353, 357 není navrženo žádné vytápění z důvodu minimálních

tepelných ztrát, tyto místnosti budou vytápěny přes okolní prostory. V místnostech 139, 147, 205, 258, 305, 358 budou instalována elektrická přímotopná tělesa.

Rozvody pro podlahové vytápění budou od hlavního rozdělovače a sběrače k podlažním a od nich k dílčím rozdělovačům a sběračům vedeny dvoutrubkovým systémem, potrubí bude z mědi, bude tepelně izolováno a bude zavěšené v podhledu. Na nejvyšších místech budou instalovány automatické odvzdušňovací ventily, na nejnižších místech kulové kohouty a vypouštěcí ventily.

Rozvody pro desková otopná tělesa budou dvoutrubkové, potrubí bude z mědi a bude tepelně izolováno. Potrubí bude vedeno v podlaze a v místě připojení těles v drážce ve zdivu. V nejvyšších místech rozvodů budou instalovány automatické odvzdušňovací ventily, na nejnižších místech kulové kohouty a vypouštěcí ventily.

Desková otopná tělesa

Jsou navržena desková otopná tělesa Korado Radik VKU (ventil kompakt s vestavenou přípojovací armaturou). Teplotní spád bude 50/4 0°C. Odvzdušňovací ventily jsou součástí otopných těles. Tělesa budou připojena přes kolenovou garnituru z levé či pravé strany, dle projektové dokumentace. V 1NP bude umístěno 10 těles, ve 2NP 8 těles a ve 3NP 7 těles. Pro správné hydraulické vyvážení systému je nutné dodržet regulaci ventilů, dle projektové dokumentace. Větev deskových otopných těles bude vedena z hlavního kombinovaného rozdělovače a sběrače Raciotherm KRS 80.120 s osazeným regulačním šroubením do celého objektu.

Podlahové vytápění

Ve všech místnostech mimo komunikačních prostor je v objektu navrženo podlahové vytápění. Po objektu bude rozvedeno pomocí jednotlivých rozdělovačů a sběračů až do vytápěných místností. Od hlavního kombinovaného rozdělovače a sběrače KRS 80.120 s osazeným regulačním šroubením, bude topná voda vedena k podlažním rozdělovačům Raciotherm KRS 70.100 s osazeným regulačním šroubením k jednotlivým dílčím rozdělovačům a sběračům Ivar CI/CS 533 VP s osazeným regulačním šroubením a integrovanými průtokoměry.

V 1NP bude z podlažního RS2 napojeno 6 dílčích RS, celkem bude v 1NP 32 okruhů. Přesné rozdělení je součástí projektové dokumentace.

Ve 2NP bude z podlažního RS3 napojeno 5 dílčích RS, celkem bude v 2NP 31 okruhů. Přesné rozdělení je součástí projektové dokumentace.

Ve 3NP bude z podlažního RS4 napojeno 5 dílčích RS, celkem bude v 3NP 31 okruhů. Přesné rozdělení příslušnosti jednotlivých okruhů ke konkrétním RS je součástí projektové dokumentace.

Jednotlivé topné hady budou Rehau Rautherm ze síťovaného polyethylenu Pe-X, vedené ve spirály v systémové desce Rehau Varionova.

Izolace potrubí

Veškeré potrubí vedené volně v technické místnosti, v podlaze, v podhledu i ve stěnách bude tepelně izolováno izolací Parroc Section aluCoat T, tloušťka izolace navržena dle dimenze potrubí.

Izolace pro měděné potrubí rozvodů topné vody pro desková otopná tělesa:

DN potrubí	Teplotní spád	Materiál izolace	Tloušťka (mm)	Požadovaný součinitel prostupu tepla U (W/m^2K)	Skutečný součinitel prostupu tepla U (W/m^2K)
12	50/40	Parroc Selection aluCoat T	20	0,15	0,138
15	50/40		30	0,15	0,130
18	50/40		30	0,15	0,142
22	50/40		30	0,18	0,158
28	50/40		30	0,18	0,180
35	50/40		40	0,18	0,178
57	50/40		40	0,27	0,238

Izolace pro měděné potrubí rozvodů topné vody pro podlahové vytápění:

DN potrubí	Teplotní spád	Materiál izolace	Tloušťka (mm)	Požadovaný součinitel prostupu tepla U (W/m^2K)	Skutečný součinitel prostupu tepla U (W/m^2K)
22	38/30	Parroc Selection aluCoat T	30	0,18	0,155
28	38/30		30	0,18	0,178
35	38/30		40	0,18	0,174
57	38/30		40	0,27	0,235

Zabezpečovací zařízení

Pro ochranu soustavy proti překročení nejvyšší pracovní teploty a nejvyššího pracovního přetlaku či podtlaku bude instalováno zabezpečovací zařízení v podobě pojistných ventilů a expanzní nádoby.

Pojistné ventily Duco Meibes DN 20 budou instalovány u každého z tepelných čerpadel a za výstupem topné vody z vyrovnávacího zásobníku. Elektrokotel obsahuje pojistný ventil již z výroby.

Pojistné ventily Duco Meibes budou mít otevírací přetlak 350 kPa.

Expanzní nádoba pro otopnou soustavu bude membránová Regulus MB 105 o objemu 105 l.

Regulace otopné soustavy

Regulace bude zajištěna regulačním přístrojem Logmatic HMC 10 s externími teplotními čidly FR1 čidlo prostorové teploty a FA čidlo venkovní teploty. Regulace bude určovat provoz tepelných čerpadel a elektrokotle, kdy při vyšších venkovních teplotách, teploty nad 4 °C, bude v provozu pouze jedno tepelné čerpadlo a při nízkých venkovních teplotách, teploty pod - 5 °C, sepne elektrokotel. Regulace topných okruhů bude řízena na základě ekvitermní křivky.

System přípravy TV

Pro přípravu teplé vody jsou jako hlavní zdroj navrženy solární kolektory Regulus KPW2, které budou umístěny na ploché střeše objektu ve sklonu 60°, orientované k jihu. Počet solárních kolektorů byl navržen 36 kusů. Kolektory jsou vybaveny solárním sklem s antireflexní vrstvou tloušťky 4 mm s propustností 96%. Materiál absorberu je měď, konstrukční typ dvojlyrový, ultrazvukově svařovaný.

Kolektory budou instalovány na střechu v šesti kolektorových polích, v každém poli bude šest kolektorů zapojených paralelně. Kolektory budou instalovány na střechu pomocí montážní konstrukce pro instalace solárních kolektorů, přichycené pomocí šroubů do H profilů. Ve spodním H profilu budou nasazeny pojistky proti sklouznutí.

Kolektory budou vybaveny kolektorovými teplotními čidly a automatickými odvodušňovacími ventily.

Okruh pro přípravu teplé vody bude rozdělen na primární (solární kolektory – deskový výměník) a sekundární (deskový výměník – zásobníky teplé vody). V primárním okruhu bude teplonosnou látkou roztok monopropylenglykolu 1:1. V sekundárním okruhu bude teplonosnou látkou voda.

Rozvody teplonosné látky budou z mědi. Kapalina primárního okruhu bude ohřívána v solárních kolektorech, odtud bude vedena do deskového výměníku Reflex RHC 60/24 umístěného v technické místnosti. Požadovaný průtok bude zajištěn solárním oběhovým čerpadlem Wilo Stratos 25/1-10 umístěným na zpátečce ve stoupacím potrubí v instalační šachtě v technické místnosti. Před oběhovým čerpadlem bude umístěn filtr a zpětná klapka. Rozvody sekundárního okruhu, od deskového výměníku do akumulčních zásobníků, budou z mědi. Požadovaný průtok sekundárního okruhu bude zajištěn oběhovým čerpadlem Grundfos TP 32-40/4 na zpátečce. Před oběhovým čerpadlem bude umístěn filtr, zpětná klapka a zabezpečovací zařízení. Celá soustava rozvodů bude v nejvyšším místě doplněna automatickým odzdušňovacím ventilem umístěným za kulovým kohoutem a v nejnižším místě napouštěcím a vypouštěcím ventilem a sběrnou jímku pro kondenzát. V technické místnosti bude umístěn deskový výměník tepla Reflex RHC 60/24, který bude zvyšovat účinnost celé soustavy. TV se bude připravovat ve dvou zásobnících teplé vody Regulus RBC1000 o objemu 1000 l a Regulus RBC1500 o objemu 1500 l. doplňkovým zdrojem budou elektrické patrony umístěné v zásobnících TV, každá o příkonu 25 kW. Za výstupem teplé vody ze zásobníků bude namontován trojcestný směšovací ventil pro směšování se studenou vodou, aby nedošlo k opaření uživatele.

Izolace potrubí

Izolace potrubí solárního okruhu bude na části potrubí umístěném v exteriéru provedena z DE Witky Eurobatex (syntetický kaučuk) a na části potrubí umístěném v interiéru z Parock Section aluCoat T.

DN potrubí	Materiál izolace	Tloušťka (mm)	Požadovaný součinitel prostupu tepla U (w/m ² K)	Skutečný součinitel prostupu tepla U (W/m ² K)
22	DE Witky	50	0,18	0,16
28	Eurobatex	50	0,18	0,18
35		50	0,18	0,20
42		50	0,27	0,22

Zabezpečovací zařízení

Pro ochranu soustavy proti překročení nejvyšší pracovní teploty a nejvyššího pracovního přetlaku či podtlaku bude instalováno zabezpečovací zařízení v podobě pojistných ventilů a expanzní nádoby.

Pojistný ventil Duco Meibes DN 15 umístěný v části okruhu solární kolektory – deskový výměník bude mít otevírací přetlak 900 kPa.

Pojistný ventil Duco Meibes DN 20 umístěný v části okruhu deskový výměník – zásobníky teplé vody bude mít otevírací přetlak 350 kPa.

Expanzní nádoba pro solární okruh soustavy bude membránová Reflex S o objemu 200 l. Před expanzní nádobou bude umístěna předřazená expanzní nádoba Reflex V60 o objemu 60 l, pro ochranu membrány. Na části okruhu deskový výměník – zásobníky teplé vody bude umístěna expanzní nádoba Gitral VVEF8 o objemu 8 l.

Požadavky na ostatní profese

Stavební práce

- pro instalaci rozvodů je nutné zřízení stoupacích šachet, prostupů a drážek v konstrukcích
- zřízení revizních otvorů v podhledech a na stoupacích šachtách

Zdravotechnika

- přívod studené vody do akumulární nádrže a do zásobníků pro přípravu TV
- návrh zabezpečovacího zařízení a ostatních armatur na přívodu studené vody do objektu
- návrh rozvodů cirkulace pitné vody
- návrh vpusti v technické místnosti

- odvod odkapu z pojistného ventilu do kanalizace

Vzduchotechnika

- návrh axiálních ventilátorů pro odvětrání koupelen
- návrh digestoří v kuchyních

Elektroinstalace

- návrh a zapojení elektrických přímotopných těles v koupelnách
- návrh a zapojení jímacích tyčí na střeše objektu

Měření a regulace

- návrh, osazení a zapojení regulační jednotky pro otopný systém
- osazení a zapojení prostorových termostatů a venkovního čidla
- zapojení čidel teploty a tlaku
- zapojení trojcestných směšovacích ventilů
- zapojení řízení oběhových čerpadel

Montáž, zkoušky a uvedení do provozu

Montáž zdrojů

Instalace a uvedení do provozu tepelných čerpadel i solárních kolektorů musí být provedena kvalifikovanými pracovníky s osvědčením pro provádění těchto činností.

Montáž otopné soustavy

Instalace a uvedení do provozu otopné soustavy je stanovena ČSN 06 0310 a musí být provedena kvalifikovanými pracovníky s osvědčením pro provádění těchto činností, včetně připojení otopných těles a podlahového vytápění. Před uvedením do provozu se musí provést nastavení všech seřizovacích armatur na hodnoty stanovené projektem a naplnit celou soustavu vodou. Potom je možné provádět zkoušku těsnosti. Ověření těsnosti je prováděno vizuální prohlídkou celého systému a kontrolou maximálně přípustného poklesu tlaku v soustavě.

Topná zkouška

Topná zkouška, zkouška těsnosti a zkouška dilatace se provede dle ČSN 06 0310.

Zdroj tepla a akumulční nádrž zkouší výrobce a podmínky zkoušek jsou uvedeny v dokumentaci výrobku.

Před uvedením do provozu se musí provést nastavení všech seřizovacích armatur na hodnoty stanovené projektem a naplnit celou soustavu vodou. Propláchnutí soustavy se provede hlavně u zařízení, u nichž by mohly nečistoty způsobit poškození.

Potom je možné provádět zkoušku těsnosti. Ověření těsnosti je prováděno vizuální prohlídkou celého systému a kontrolou maximálně přípustného poklesu tlaku v soustavě. V soustavě je po celou dobu zkoušky nastaven zkušební přetlak.

Dilatační zkouška se provede opětovným zahřátím otopné soustavy na maximální provozní teploty a následným ochlazením. Otopná soustava při ní nesmí vykazovat netěsnosti, pokud soustava vykazuje netěsnosti, provedou se příslušné opravy a celá zkouška se zopakuje. Nutnou součástí zkoušky je opakovaný proplach otopné soustavy teplou vodou. Zkouška probíhá v časovém rozmezí 24 hodin. Během zkoušky se prokáže správná funkce armatur a prokáže se dosažení technických parametrů projektu, dosažení potřebného výkonu a účinnost zařízení. Ověří se účinnost zabezpečovacího zařízení. Mezi provedením betonových mazanin a topnou zkouškou musí uplynout 21 dní pro vyvrání betonu. O provedení všech zkoušek a jejich výsledcích se provede zápis do stavebního deníku.

Zkouška solárního systému

Před uvedením systému do provozu musí být ze zařízení odstraněny veškeré částičky nečistot. Odborné proplachování se provádí podle přílohy DIN 4753. Proto je nutné celý systém propláchnout. Tato zkouška se neprovádí s vodou, z důvodu možného zamrznutí zbytků vody v soustavě v zimním období. Dále se provede tlaková zkouška, při zjištění nedostatků musí být tyto odstraněny a zkouška provedena znovu. Poté se systém naplní teplotonosnou kapalinou, následně se odvzdušní.

Bezpečnost práce a požární ochrana

Požární ochrana

V průběhu instalace a ani během provozu navržených zařízení nejsou vyžadovány specifické požadavky z hlediska požární bezpečnosti.

Bezpečnost práce při vlastní realizaci

Bezpečnost zabezpečuje zhotovitel. Při realizaci je nutné dodržet všechny bezpečnostní předpisy a normy. Zde se jedná především o nařízení vlády č. 591/2008 Sb. O bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a dále nařízení vlády č. 362/2005 Sb. O bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, požadavky zákona 206/2006 Zákoník práce, vyhlášky č. 601/2006 Sb. O bezpečnosti práce a technických zařízeních při staveništních pracích. Práce smí provádět pouze odborně zaškolení, kvalifikovaní pracovníci vlastníci osvědčení o povolení provádění konkrétních činností.

Bezpečnost při provozu

Pracovníci provádějící údržbu a kontrolu zařízení jsou povinni dodržet postupy stanovené provozním řádem a návody na obsluhu jednotlivých zařízení.

Použité zákony a předpisy

ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov

ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování a projektování

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Montáž a projektování

ČSN EN 1264 – 3 Podlahové vytápění – Soustavy a komponenty – Projektování

ČSN EN 15 450 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly

ČSN EN ISO 13 790 Potřeba tepla na vytápění objektu

Zákon č. 17/1992 Sb. Zákon o životním prostředí

Vyhláška 193/2007 Účinnost užití energie při rozvodu tepelné energie vnitřních rozvodů energie a chladu

Vyhláška 262/2006 Sb. O bezpečnosti práce a technických zařízeních při stavebních pracích

Vyhláška 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb

Vyhláška 601/2006 Sb. O bezpečnosti práce a technických zařízeních při stavebních pracích

Zákon 206/2006 Zákoník práce

ZÁVĚR

Objekt a technologie v něm instalované byly navrženy v souladu se zadáním. V prvotním návrhu byly navrženy konstrukce obálky budovy tak, aby objekt spadl do nízkoenergetického standardu, díky čemuž byla vypočtena poměrně nízká tepelná ztráta v porovnání s velikostí budovy. Otopné plochy podlahového vytápění a výkony deskových otopných těles tudíž vycházely malé i přes nízký teplotní spád otopné vody. Jako hlavní zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo země/voda a pro přípravu teplé vody byly navrženy solární kolektory. Za zvolených okrajových podmínek vycházely dobré účinnosti těchto systémů, ale protože počasí a chování budoucích uživatelů objektu lze jen těžko předpovídat, mohou se tyto podmínky od skutečných provozních podmínek lišit. Proto pokud by se měla stanovit účinnost systému s naprostou přesností, bylo by to možné pomocí dlouhodobějšího měření.

V závěru své práce jsem uvedla stručné ekonomické hodnocení mnou navrženého způsobu vytápění a přípravy TV pro objekt v porovnání s klasickým způsobem vytápění a přípravy TV pomocí kotlů na zemní plyn. Porovnála jsem dvě varianty, jednu s financováním samotnou obcí a druhou s možností získání finanční podpory z momentálně otevřené výzvy OPŽP. U obou variant vycházely kladné ekonomické ukazatele, tudíž si myslím, že při správné regulaci celého systému a dodržení provozních zásad by systém s využitím OZE mohl mít kladný ekonomický přínos pro provozovatele.

Vypracování zadané práce mne bavilo, dozvěděla jsem se spoustu nových informací a své znalosti týkající se OZE bych chtěla i nadále prohlubovat.

POUŽITÉ ZDROJE

Použité zákony a předpisy

1. ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
2. ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách
3. ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování a projektování
4. ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Montáž a projektování
5. ČSN EN 1264 – 3 Podlahové vytápění – Soustavy a komponenty – Projektování
6. ČSN EN 15 450 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly
7. Zákon č. 17/1992 Sb. Zákon o životním prostředí
8. Vyhláška 193/2007 Účinnost užití energie při rozvodu tepelné energie vnitřních rozvodů energie a chladu
9. Vyhláška 262/2006 Sb. O bezpečnosti práce a technických zařízeních při stavebních pracích
10. Vyhláška 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb
11. Vyhláška 480/2012 O energetickém auditu a posudku
12. Vyhláška 601/2006 Sb. O bezpečnosti práce a technických zařízeních při staveništních pracích
13. Zákon 206/2006 Zákoník práce

Použité zdroje

- www stránky

[1] ballbrno.cz [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 – 14]. Přímé a difuzní záření.

Dostupné z: http://www.ballbrno.cz/html_cz/produkty-kolektory.html

[2] votopsuster.cz [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 -14]. Globální záření.

Dostupné z: http://www.votopsuster.cz/solarni_systemy.html

[3] cez.cz [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 – 14]. Solární systémy.

Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k22.htm>

[4] cez.cz [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 – 14]. Konstrukce kolektoru.

Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k21.htm>

[5] Buderus.cz [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 -14] Projekční podklady Solární technika Logasol – 6 720 803 657. Dostupné z: <http://www.buderus.cz/dokumenty/projekcni-podklady/pp-solarni-technika.html>

[6] junkers.cz [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 -14]. Řez trubicovým kolektorem VK.

Dostupné z:

<http://www.junkers.cz/pro_odborniky/cenik/regenerativni_energie/nove_solarni_vakuove_kolektory_junkers

- [7] slunceinvest.cz [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 – 14]. Koncentrační kolektory pro aplikace v budovách. Dostupné z: <http://www.slunceinvest.cz/typy-solarnich-kolektoru>
- [8] MATUŠKA, Jan. *Problematika stagnace solárních soustav* [online]. 2006 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3462-problematika-stagnace-u-solarnich-tepelnych-soustav-i>
- [9] MATUŠKA, Jan. *Problematika stagnace solárních soustav* [online]. 2006 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3474-problematika-stagnace-u-solarnich-tepelnych-soustav-ii>
- [10] MATUŠKA, Jan. *Zásobníky tepla s řízeným teplotním vrstvením* [online]. 2006 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/zasobniky-tepla-s-rozenym-teplotnim-vrstvenim-stratifikaci>
- [11] TILINGER, J. *Abs - portal.cz: Solární škola v Hymalájích* [online]. 2010 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/tzb/solarni-kolektory/solarni-skola-pro-kargyak-v-himalaji-1733.html>
- [12] RUDNICOVA, S. *Trombeho - stena.svg* [online]. 2008 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trombeho-stena.svg>
- [13] ŠEVČÍKOVÁ, Lenka. *Pasivní solární energie: Průběh teplot ve stěně s transparentní izolací* [online]. 2003 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1705-pasivni-solarni-energie-nove-trendy>
- [14] KORADO, a.s. [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 – 14]. Radik VK – deskové otopné těleso, přehled typů. Dostupné z: http://www.korado.cz/cs/vyroby/radik/prehled_modelu/radik_vk/index.shtml
- [15] KORADO, a.s. [online]. 2013, [cit. 2013 – 05 – 14]. Radik VKU – deskové otopné těleso, způsob připojení. Dostupné z: http://www.korado.cz/cs/vyroby/radik/prehled_modelu/radik_vku/index.shtml
- [16] REINBERK, Zdeněk. *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. 2007 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
- [17] Raciotherm.cz [online]. 2013, [cit. 2013–05–14]. Kombinovaný rozdělovač – sběrač: Technické parametry. Dostupné z: <http://www.racioterm.cz/katalog-produktu/vyroby-racioterm/rozdelovac-sberac>
- [18] Buderus.cz [online]. 2012, [cit. 2013–05–14]. Projekční podklady Tepelná čerpadla země/voda: Popis tepelného čerpadla WPS 22 – 33. Dostupné z: http://www.buderus.cz/files/201305031016430.PP_Logatherm_WPS_6-60_kveten_2013.pdf
- [19] Buderus.cz [online]. 2012, [cit. 2013–05–14]. Projekční podklady Tepelná čerpadla země/voda: Výkonové charakteristiky. Dostupné z: http://www.buderus.cz/files/201305031016430.PP_Logatherm_WPS_6-60_kveten_2013.pdf
- [20] Buderus.cz [online]. 2012, [cit. 2013–05–14]. Projekční podklady Tepelná čerpadla země/voda: Zemní sondy. Dostupné z: http://www.buderus.cz/files/201305031016430.PP_Logatherm_WPS_6-60_kveten_2013.pdf
- [21] Grundfos.com [online]. 2013, [cit. 2013-05-14]. WebCAPS. Dostupné z: <http://net.grundfos.com/App/WebCAPS/custom?&userid=GCZ&lang=CSY>
- [22] Regulus.cz [online]. 2013, [cit. 2013-05-14]. Sluneční kolektor KPW1: Technický list. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/slunecni-kolektor-kpw1>
- [23] Wilo.cz [online]. 2012, [cit. 2013-05-14]. Online Catalogue/Stratos/Stratos25/1-10. Dostupné z: http://productfinder.wilo.com/cz/CZ/product/0000000b00014f950004003a/fc_product_datasheet

- Literatura

- [24] POČINKOVÁ, Marcela. 2012, [cit. 2013-05-14]. Přednášky z předmětu BT56, přednáška Termické solární systémy z roku 2012
- [25] CIHELKA, Jaromír. 1994, [cit. 2013-05-14]. Solární tepelná technika
- [26] VALENTA, Vladimír a kol. 2007, [cit. 2013-05-14]. Topenářská příručka, Návody k projektování tepelných zařízení
- [27] POČINKOVÁ, Marcela. TREUOVÁ, Lea. 2011, [cit. 2013-05-14]. Vytápění, Tepelná pohoda za minimální náklady

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Zkratky

R+S	Rozdělovač a sběrač
TV	Teplá voda
DOT	Desková otopná tělesa
ČSN	Česká technická norma
VUT	Vysoké učení technické
OZE	Obnovitelné zdroje energie
OPŽP	Operační program životního prostředí

Ostatní použité zkratky jsou uvedeny v konkrétních kapitolách.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.1: Globální sluneční záření [1]	16
Obrázek 1.2: Globální záření na území České Republiky [2].....	17
Obrázek 1.3 : Dvouokruhový systém [3].....	18
Obrázek 1.4: Jednookruhový systém [3].....	18
Obrázek 1.5: Zisky solárního systému v porovnání s potřebou energie pro přípravu teplé vody [5].....	19
Obrázek 1.6: Zisky solárního systému v porovnání s potřebou na přípravu teplé vody+vytápění [5].....	20
Obrázek 1.7: Řez plochým kapalinovým kolektorem [4]	21
Obrázek 1.8: Trubicový vakuový kolektor [6].....	22
Obrázek 1.9: Složený parabolický efekt koncentračního kolektoru [7].....	23
Obrázek 1.10: Průběh stagnace v soustavě kolektorů s různými vyprazdňovacími schopnostmi [8]	25
Obrázek 1.11: Zapojení absorberu, dobré vyprazdňovací vlastnosti – obrázky nahoře, špatné – obrázky dole [9].....	25
Obrázek 1.12: Zjednodušený princip stratifikace [10].....	27
Obrázek 1.13: Solární skleník [11]	29
Obrázek 1.14: Trombeho stěna [12]	30
Obrázek 1.15: Průběh teplot ve stěně s transparentní izolací [13]	31
Obrázek 4.1: Použité typy deskových otopných těles [14]	69
Obrázek 4.2: Možné způsoby připojení těles [15]	70
Obrázek 4.3: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	76
Obrázek 4.4: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	77
Obrázek 4.5: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	78

Obrázek 4.6: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	79
Obrázek 4.7: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	80
Obrázek 4.8: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	81
Obrázek 4.9: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	99
Obrázek 4.10: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	100
Obrázek 5.1: Kombinovaný rozdělovač a sběrač [17].....	101
Obrázek 5.2: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	107
Obrázek 5.3: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	108
Obrázek 6.1: Konstrukce tepelného čerpadla Logatherm [18].....	109
Obrázek 6.2: Výkonové charakteristiky a topný faktor tepelných čerpadel [19].....	110
Obrázek 6.3: Teplotní průběh v rozdílných hloubkách zeminy [20].....	111
Obrázek 6.4: Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [16].....	114
Obrázek 8.1: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21].....	115
Obrázek 8.2: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21].....	116
Obrázek 8.3: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21].....	117
Obrázek 8.4: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21].....	117
Obrázek 8.5: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21].....	118
Obrázek 8.6: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA 25-60 [21].....	118
Obrázek 8.7: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21].....	119
Obrázek 8.8: Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 25-40 [21].....	119
Obrázek 10.1: Odběrový diagram.....	124
Obrázek 10.2: Technický list solárních kolektorů KPW1 [22].....	126
Obrázek 10.3: Graf účinnosti kolektoru [22].....	127
Obrázek 10.5: Oběhové čerpadlo WILO Stratos 25-1/10 [23].....	132
Obrázek 10.6: Oběhové čerpadlo Grundfos TP 32-40/4 [21].....	133
Obrázek 10.7: Oběhové čerpadlo Grundfos TP 32-40/4 [21].....	133

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Sumarizace součinitelů prostupů tepla.....	43
Tabulka 2: Výpočet tepelného výkonu.....	44
Tabulka 3: Výčet Tepelných ztrát jednotlivých místností.....	54
Tabulka 4: Rozdělení místností podle způsobu vytápění.....	65
Tabulka 5: Návrh deskových otopných těles.....	70
Tabulka 6: Návrh elektrických přímotopných těles.....	72
Tabulka 7: Dimenzování potrubních rozvodů k DOT.....	73
Tabulka 8: Tepelný odpor vrstvy podlahy.....	82
Tabulka 9: Návrh podlahového vytápění.....	84
Tabulka 10: Dimenzování okruhů podlahového vytápění 1NP.....	89
Tabulka 11: Dimenzování okruhů podlahového vytápění 2NP.....	92
Tabulka 12: Dimenzování okruhů podlahového vytápění 3NP.....	95
Tabulka 13: Dimenzování rozvodů od hlavního R+S k podlažním R+S.....	105
Tabulka 14: Dimenzování potrubních rozvodů v technické místnosti.....	113
Tabulka 15: Dimenzování potrubních rozvodů v technické místnosti.....	113
Tabulka 16: Denní potřeba TV.....	123
Tabulka 17: Rozdělení potřeby TV.....	124
Tabulka 18: Návrh solárních kolektorů.....	127
Tabulka 19: Dimenzování potrubních rozvodů solárního okruhu.....	130
Tabulka 20: Izolace solárního potrubí.....	131

Tabulka 21: Roční potřeba tepla pro vytápění	138
Tabulka 22: Ekonomické vyhodnocení – porovnávané možnosti.....	141
Tabulka 23: Ekonomické vyhodnocení – ceny energií	141

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Potřebný výkon zdroje tepla v závislosti na venkovní teplotě.....	111
Graf 2: Ekvitermní křivka.....	112
Graf 3: Graf využitelnosti solárních zisků	128
Graf 4: Roční potřeba tepla pro vytápění.....	139

SEZNAM PŘÍLOH

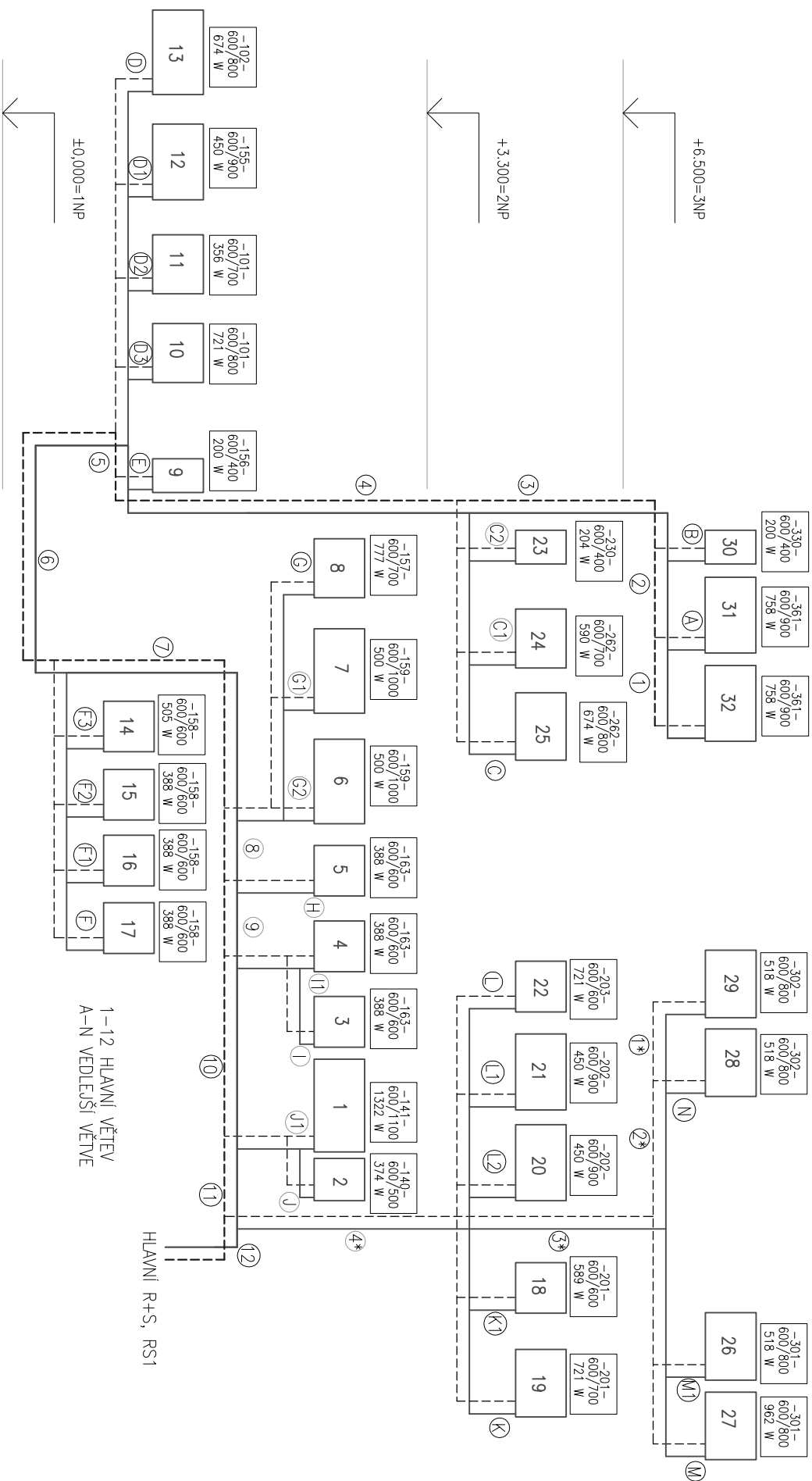
P1 Dimenzační schéma pro desková otopná tělesa

SEZNAM VÝKRESŮ

Číslo výkresu	Název výkresu
1	Rozvody vytápění 1NP
2	Rozvody vytápění 2NP
3	Rozvody vytápění 3NP
4	Svislé schéma pro DOT
5	Svislé schéma pro hlavní R+S
6	Svislé schéma podlažních a dílčích R+S 1NP
7	Svislé schéma podlažních a dílčích R+S 2NP
8	Svislé schéma podlažních a dílčích R+S 3NP
9	Půdorys technické místnosti
10	Schéma zapojení technické místnosti
11	Detail 1
12	Detail 2
13	Půdorys střechy s umístěním solárních kolektorů
14	Situace s rozmístěním vrtů pro tepelná čerpadla

Přílohy

SCHEMA ZAPOJENÍ DESKOVÝCH OTOPIŇKÝCH TĚLES



1-12 HLAVNÍ VĚTVĚ
A-N VEDELEŠÍ VĚTVĚ

HLAVNÍ R+S, RS1