



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

TEPELNÉ ČERPADLO V SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ

HEAT PUMP IN THE HEATING SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELORS THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Matěj Andrš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Matěj Andrš
Název	Tepelné čerpadlo v systému vytápění
Vedoucí práce	Doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

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

B. Výpočtová část

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

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

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

doc. Ing. Petr Horák, PhD.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce řeší návrh vytápění novostavby rodinného domu. Teoretická část představuje tepelná čerpadla, kdy se zabývá jejich základními vlastnostmi a typy tepelných čerpadel. Výpočtová část popisuje konkrétní návrh vytápění objektu a návrh jednotlivých dílčích prvků v otopné soustavě. Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo země/voda, kdy bude teplo jímáno ze země pomocí hlubinných vrtů. Vytápění objektu bude podlahovým vytápěním. Příprava teplé vody bude probíhat v tepelném čerpadle. V technické zprávě jsou poté popsány požadavky na provedení a technické požadavky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bakalářská práce, tepelné čerpadlo, návrh ohřevu teplé vody, dimenzování otopné soustavy, podlahové vytápění, nízkoteplotní otopná soustava.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the design of heating of a newly built family house. The theoretical part introduces heat pumps and deals with their basic characteristics and types of heat pumps. The calculation part describes the specific design of the heating of the building and the design of individual components in the heating system. A ground/water heat pump is proposed as the heat source, where heat will be extracted from the ground using deep boreholes. The heating of the building will be done by underfloor heating. The hot water will be prepared in a heat pump. The technical report then describes the design and technical requirements.

KEYWORDS

Bachelor thesis , heat pump, water heating, dimensioning of heating system, floor heating, low-temperature heating system,

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Matěj Andrš *Tepelné čerpadlo v systému vytápění*. Brno, 2022. 94s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

**PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY
ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Tepelné čerpadlo v systému vytápění* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2021

Matěj Andrš
Autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Tepelné čerpadlo v systému vytápění* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2021

Matěj Andrš
Autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu své bakalářské práce panu doc. Ing. Petru Horákovi, PhD. za pomoc, odborné vedení a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

Děkuji i svému otci za cenné rady z oboru a celé rodině za podporu při studiu.

Obsah:

Úvod.....	14
A – TEORETICKÁ ČÁST – TEPELNÁ ČERPADLA.....	16
A TEPELNÁ ČERPADLA.....	17
A.1 Popis tepelného čerpadla	17
A.2 Historie tepelných čerpadel	17
A.3 Princip tepelného čerpadla.....	18
A.4 Druhy tepelných čerpadel	19
A.4.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda	20
A.4.2 Tepelné čerpadlo země – voda.....	22
A.4.3 Tepelné čerpadlo voda – voda	26
A.4.4 Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch.....	27
A.5 Topný faktor	27
A.5.1 Topný faktor tepelného čerpadla COP.....	27
A.5.2 Sezónní topný faktor tepelného čerpadla SCOP.....	30
A.6 Návrh tepelných čerpadel	31
A.6.1 Dimenzování tepelného čerpadla.....	31
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	34
B Analýza objektu	35
B.1 Součinitel prostupu tepla navržených konstrukcí	36
B.1.1 Výpočtové vztahy	36
B.1.2 Výpočet a posouzení navržených konstrukcí.....	37
B.1.3 Vnitřní nenosné zdivo.....	38
B.1.4 Podlaha.....	39

B.1.5	Výplně otvorů	41
B.1.6	Posouzení	41
B.2	Výpočet tepelného výkonu	42
B.2.1	Postup výpočtu.....	42
B.2.2	Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností.....	46
B.2.3	Projektovaný tepelný příkon pro celou budovu.....	54
B.3	Energetický štítek obálky budovy.....	55
B.4	Návrh otopných ploch.....	58
B.4.1	Návrh dimenzování podlahového vytápění	58
B.4.2	Bilance rozdělovačů.....	59
B.4.3	Tepelná bilance	60
B.4.4	Výpočet podlahového vytápění	61
B.5	Návrh zdroje tepla.....	62
B.5.1	Klimatická data	62
B.5.2	Výsledky návrhu	63
B.5.3	Návrh akumulční nádrže	64
B.6	Návrh přípravy teplé vody	65
B.7	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel 66	
B.8	Regulace a připojení	66
B.8.1	Dimenzování otopné soustavy	67
B.8.2	Návrh oběhového čerpadla	67
B.9	Návrh zabezpečovacího zařízení	69
B.9.1	Návrh expanzní nádoby	69
B.9.2	Návrh pojistného ventilu pro tepelné čerpadlo:	72

B.10	Návrh ostatních zařízení soustavy	74
B.10.1	Izolace potrubí	74
B.10.2	Návrh 3-cestné armatury pro větev s rozdělovači a sběrači	76
B.11	Roční spotřeba tepla a paliv	77
B.11.1	Vstupní údaje:	77
B.11.2	Výsledek výpočtu úspor.....	77
	77
C	TECHNICKÁ ZPRÁVA	79
C.1	Celkové řešení.....	80
C.2	Vstupní údaje	80
C.3	Tepelné ztráty konstrukcí.....	80
C.4	Potřeby tepla	80
C.5	Zdroj tepla.....	81
C.6	Akumulační nádrž.....	81
C.7	Ohřev teplé vody.....	82
C.8	Otopná soustava.....	82
C.9	Zabezpečovací zařízení.....	83
C.10	Doplňování systému a úprava vody.....	83
C.11	Regulace a měření otopné soustavy.....	83
C.12	Izolace potrubí	84
C.13	Montáž	84
C.14	Zkoušky, uvedení do provozu, předání.....	84
C.14.1	Montážní zkouška rozvodů topení v podlaze	84
C.14.2	Montážní zkouška podlahového topení a armatur	85
C.14.3	Uvedení do provozu.....	85

C.14.4	Obsluha a ovládání.....	85
C.15	Ochrana zdraví a životního prostředí.....	85
C.15.1	Vliv na životní prostředí	85
C.15.2	Nakládání s odpady.....	85
C.16	Bezpečnost.....	86
C.16.1	Bezpečnost při realizaci díla.....	86
C.16.2	Bezpečnost při provozu a užívání.....	86
C.17	Požární bezpečnost	86
C.18	Návaznost a požadavky na ostatní profese	86
C.18.1	Elektroinstalace.....	86
C.18.2	Zdravotechnika	86
C.18.3	Stavební práce.....	87
C.19	Měření a regulace.....	87
C.20	Seznam použitých norem a předpisů	87
D	Zdroje.....	88
E	Seznam použitých obrázků	92
F	Seznam příloh	94

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem tepelného čerpadla v systému vytápění rodinného domu. Jako zdroj tepla zde bylo zvoleno tepelné čerpadlo země/voda.

Bakalářská práce je rozdělena na 3 části:

ČÁST A – Teoretická část. Teoretická část se věnuje historií, fungování a rozdělení tepelných čerpadel dle jejich typu a použití. V této části je ve zkratce shrnut topný faktor a návrh tepelných čerpadel.

ČÁST B – Výpočtová část. Výpočtová část se zabývá samotným návrhem tepelného čerpadla a jeho nízkoteplotním vytápěním objektu, dále dimenzováním otopné soustavy, ohřevem teplé vody a bezpečnostními prvky soustavy.

ČÁST C – Technická zpráva: Technická zpráva popisuje technické řešení daného objektu dle výpočtů z části B.

A – TEORETICKÁ ČÁST – TEPELNÁ ČERPADLA

A TEPELNÁ ČERPADLA

A.1 Popis tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je energetické zařízení, které za pomoci elektrické energie dokáže měnit nízkopotenciální teplo na teplo s vyšší energetickou hladinou, které lze použít pro vytápění budov, ohřev teplé vody či bazénové vody. Využití nachází i jako zdroj chladu při chlazení objektu.[L1]

Tepelné čerpadlo řadíme mezi alternativní zdroje obnovitelné energie. Tepelné čerpadlo se obvykle skládá ze dvou dílů, tou jsou většinou venkovní jednotka a vnitřní jednotka. Venkovní jednotka (blok) nám získává teplo z venkovního prostředí (země, vzduch, voda), které je poté dovedeno potrubím do vnitřní jednotky. Vnitřní jednotka (nástěnná nebo stacionární) bývá většinou na první pohled nerozeznatelná od kotle kondenzačních nebo elektrokotlů.

A.2 Historie tepelných čerpadel

Mezi první myšlenku o fungování a principu tepelného čerpadla byla v roce 1852 od Williama Thomsona (později Lord Kelvin), který tuto myšlenku definoval ve své „druhé termodynamické větě“. Ta se však skládá z několika částí, ale mezi nejdůležitější je z této věty považováno, že teplo se šíří vždy ve směru od studenější části k teplejší a tento princip využívá tepelné čerpadlo.[1]

V roce 1855 bylo poté zkonstruováno první funkční tepelné čerpadlo. Bylo zkonstruováno rodákem z Nového Jičína, jistým Peterem von Rittingerem, který byl báňským technikem, vynálezcem a odborným spisovatelem. V tuto dobu používal von Rittinger jednoduchá tepelná čerpadla k vysoušení vytěžené soli v rakouských dolech. [1,2]

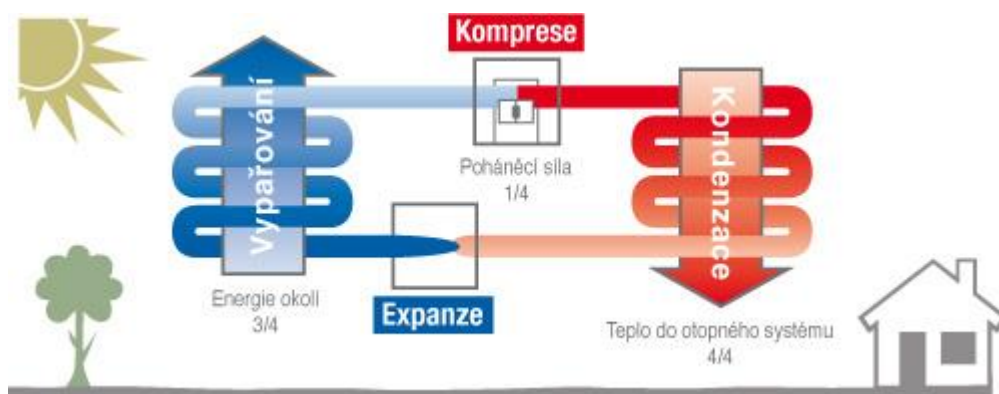
Další tepelné čerpadlo bylo sestaveno americkým vynálezcem Robertem C. Webberem na konci 40. let minulého století. C. Webber prováděl pokusy hlubokým zamrazením a omylem se dotkl výstupního potrubí mrazícího přístroje a popálil si dlaň, tehdy vznikla myšlenka na základní funkci tepelného čerpadla. Poté se snažil využít přebytečného tepla, které vznikalo v kondenzátoru. Proto napojil potrubní smyčku a

pomocí malého větráku začal vhnět teplý vzduch do domu. Rok poté prodal svůj kotel na uhlí, protože jej účinky tepelného čerpadla překvapily. [1,3]

V České republice tepelná čerpadla zaznamenávají největší rozmach až od roku 2000, kdy teprve v této době se nám tepelné čerpadlo ekonomicky mohlo vyplatit a bylo technicky ověřeno. Ekonomicky to bylo díky tomu, že distributoři začali nabízet lidem nízké tarify s levnější elektřinou. [2]

A.3 Princip tepelného čerpadla

Princip a fungování tepelného čerpadla vychází z druhé termodynamické věty, kdy tepelné čerpadlo získává teplo z okolí (vzduch, země, voda) a převádí jej na vyšší teplotní hladinu, kterou poté využijeme pro vytápění nebo ohřev teplé vody.



Obrázek 1: Princip a funkce tepelného čerpadla[4]

Jednotlivé děje v tepelném čerpadle:

První fáze – vypařování: Z daného prostředí (vzduch, voda nebo země) nám chladiivo odebírá teplo, následně chladiivo koluje v tepelném čerpadle, které se poté ve výparníku vypaří a vzniklá pára poté pokračuje do kompresoru.

Druhá fáze – komprese: Kompresor nám stlačí zahřáté plynné chladiivo a tím nám zvýší jeho teplotu i tlak. Bude zapříčiněno fyzikálním jevem komprese, kdy při vyšším

tlaku stoupá i jeho teplota. Dostaneme se tak na cca 80 °C, ovšem je to závisí na druhu chladiva.

Třetí fáze – kondenzace: Dochází zde zpět ke kondenzaci chladiva na kapalné skupenství. Zde je druhý výměník, ve kterém proudí otopná voda. Otopná voda je ohřívána a zároveň probíhá ochlazování chladiva, které začne kondenzovat. Poté voda v kapalném skupenství pokračuje do expanzního ventilu.

Čtvrtá fáze – Expanze: Zde probíhá opačný chod než v kompresoru. Zkondenzované chladivo je ochlazeno díky prudkému snížení chladiva. [3,4]

Tyto děje probíhají neustále a cyklicky se opakují. Pokud dobře zvolíme topné médium, tak jsme schopni si řídit opařování a kondenzaci, což nám umožňuje přenášet teplo z místa s nižší teplotou na místo s vyšší teplotou. [3]

Tepelné čerpadlo funguje na stejném principu jako lednička, která odebírá teplo z potravin a vypouští jej do místnosti, proto nám lednička chladí (uvnitř) a zároveň vytápí (místnost). Tepelné čerpadlo však funguje s mnohem vyšším výkonem, než lednička. [3,5]

U tepelných čerpadel také dělíme okruhy, kdy máme primární a sekundární okruh. Za primární okruh, u tepelného čerpadla země-voda, bereme část od vnitřní jednotky až po zemní kolektor, sekundární okruh je tedy zde od výměníku (s otopnou vodou) až do systému vytápění. U tepelného čerpadla vzduch-voda záleží na tom, jestli máme jen venkovní jednotku, ve které probíhají všechny děje, nebo jestli máme venkovní a vnitřní blok.

A.4 Druhy tepelných čerpadel

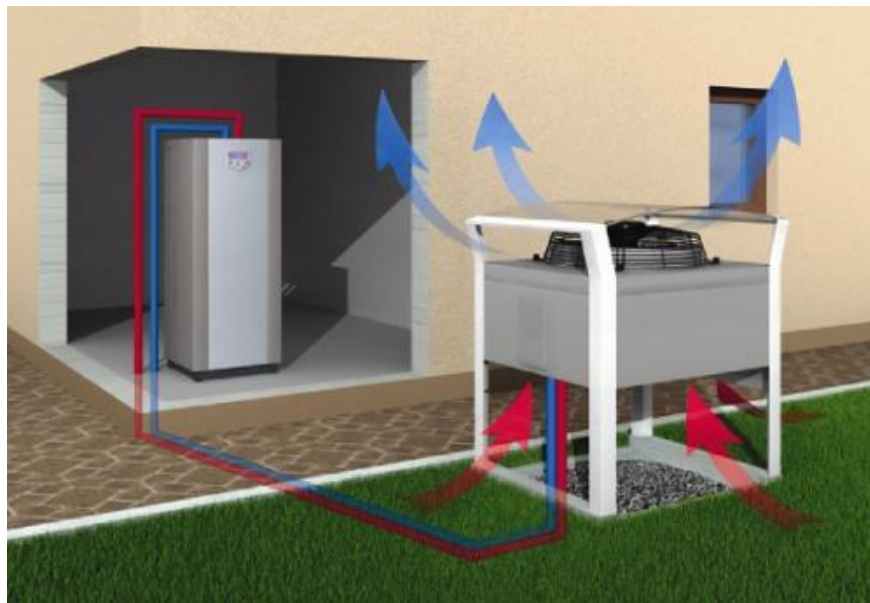
Druh tepelného čerpadla závisí na tom, odkud tepelné čerpadlo tepelnou energii odebírá (z jakého prostředí) a poté kam teplo předává.

Můžeme také tepelné čerpadlo rozdělit podle toho, kde se nachází jeho jednotky. Máme buď kompaktní tepelné čerpadlo (monoblok) nebo splitové provedení, kde jsou obě části propojeny chladivovým okruhem. [6]

A.4.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda

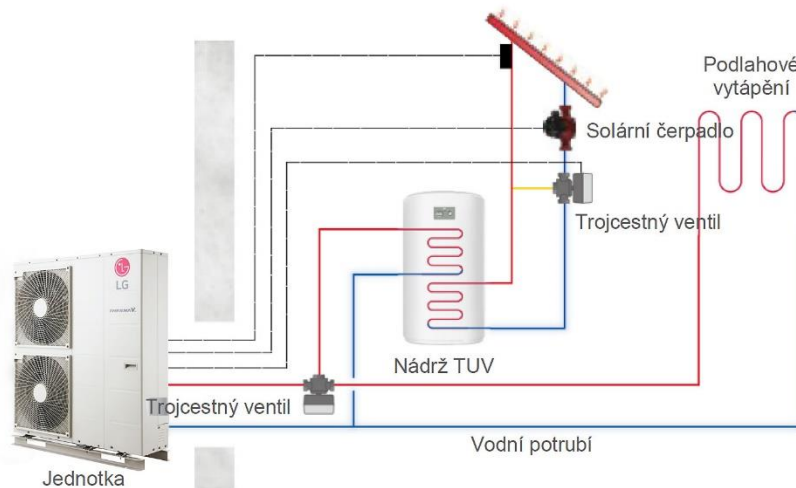
V dnešní době je to nejrozšířenější tepelné čerpadlo u nás v České republice kvůli ekologii, pořizovacím nákladům (návratnost okolo 10 let, záleží dle návrhu a ceně elektrické energie) a jednoduchosti montáže, kdy nepotřebujeme žádné speciální požadavky ani povolení, avšak musíme si hlídat hygienické požadavky, abychom nerušili okolní budovy hlukem nebo vibracemi. [5]

Tepelné čerpadlo využívá jako zdroj tepla vzduchu z okolí. Okolní vzduch je nasáván ventilátorem, který jej přivádí do výparníku, kde je energie získaná ze vzduchu přeměněna v energii tepelnou. Ochlazený vzduch (vzduch, ze kterého byla odebrána veškerá energie) je poté odveden ven. [5,7]



Obrázek 2: Tepelné čerpadlo vzduch – voda, splitové provedení [8]

Hlavní rozdělení tepelných čerpadel vzduch – voda je dělení na monoblok a split. Zatímco u monobloku má tepelné čerpadlo uzavřený chladivový okruh, který je jen ve venkovní jednotce a propojení mezi venkovní a vnitřní částí je pomocí potrubí s otopnou vodou, tak u splitu je chladicí okruh zvlášť, kdy je jím propojena venkovní a vnitřní jednotka, poté je z vnitřní jednotky teplo distribuováno do otopné soustavy. [10]



Obrázek 3: Tepelné čerpadlo vzduch – voda, monoblok [9]

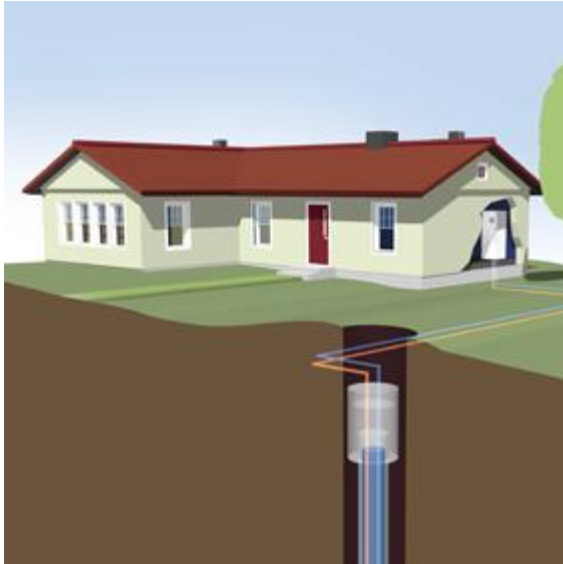
U tohoto typu tepelného čerpadla musíme obzvlášť dávat pozor na hluk a vibrace, jelikož ventilátor ve venkovní jednotce vydává určitou hladinu hluku. Každý výrobce má však dané odstupové vzdálenosti od konstrukcí a podmínky pro umístění. Nedoporučuje se však dávat venkovní jednotky na obvodové zdi nebo na střešní konstrukci, která je konstrukčně propojena s objektem, protože mohou vznikat nežádoucí vibrace na konstrukci. [8,10]

Výhoda tohoto provedení tepelného čerpadla je v tom, že jej můžeme používat celoročně a nemusíme jej v letních měsících přestat používat, jako například u země – voda. Pokud má čerpadlo reverzní chod, můžeme jej však v letních měsících využívat k chlazení.

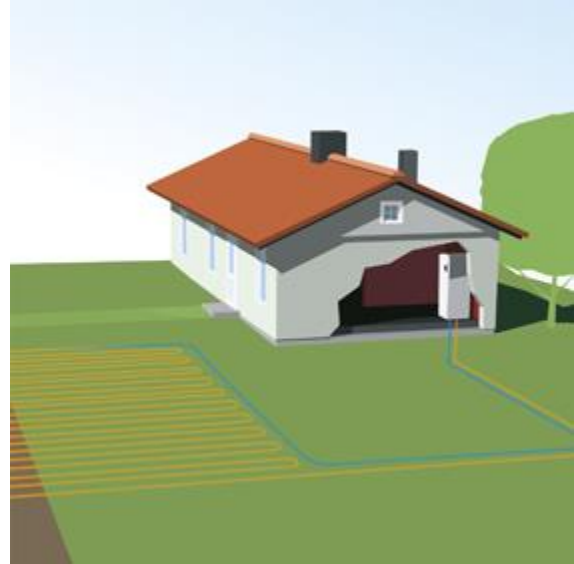
Nevýhodou je však to, že se nám mění celoročně faktor COP, který je zde ovlivněný venkovní teplotou, která není celoročně stejná. Za velkou nevýhodu považujeme, že tepelné čerpadlo je schopné fungovat do určitých minusových teplot, z tohoto důvodu je potřeba zajistit druhý zdroj tepla, proto se obvykle tento typ tepelného čerpadla instaluje s elektrokotlem nebo bývá ve vnitřní jednotce elektrická patrona, která spíná kde potřeby. [7,10]

A.4.2 Tepelné čerpadlo země – voda

Tento typ tepelného čerpadla jímá tepelnou energii ze země za pomoci plošného kolektoru nebo hloubkového vrtu.



Obrázek 5: Hloubkový vrt [12]



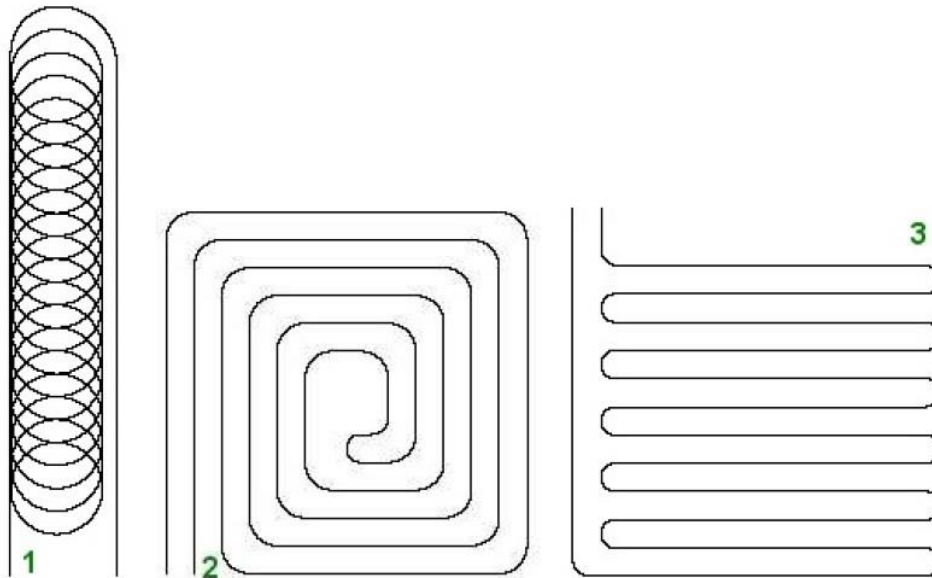
Obrázek 4: Plošný zemní kolektor [11]

A.4.2.1.1 Tepelné čerpadlo země – voda: Jímání tepla pomocí plošného kolektoru

U tohoto provedení je za potřeby velké plochy pozemku, protože kolektor využívá tepla ze země, které je akumulováno od přímého slunečního záření, tepla ze srážek nebo přestupem tepla ze vzduchu. Velkou roli v tomto případě hraje termofyzikální vlastnost půdy a klimatické podmínky. Čím více je v půdě vody, minerálů a méně vzduchových pórů, tím se nám zvětšuje akumulární schopnost a tepelná vodivost zeminy. Potrubí je uloženo v hloubce 1,2 až 1,5 m (min 0,8 m od sebe) a nemělo by překročit délku jedné větve z rozdělovače a sběrače pro kolektory 100-120m. Nad kolektorem je zakázáno vysazovat zeleň s hlubším prorůstáním kořenů. Pokud nám touto plochou povede potrubí zemního kolektoru, musíme s touto plochou počítat jako s „mrtvou plochou“, protože na této ploše už nic nepostavíme (garáž, bazén, atd.). [11]

Typy pokládky plastového potrubí do země:

- 1- Spirálové uložení: Používá se tam, kde je málo místa na uložení
- 2- Meandrové uložení: Ideální rozložení hadu v zemi, kdy je studenější potrubí ohříváno teplejším (ideální pro skřívky)
- 3- Klasické: teplo je ze země jímáno rovnoměrně (plocha s více místem)



Obrázek 6: Uložení potrubí v zemi [17]

Plošné kolektory jsou zhotoveny z:

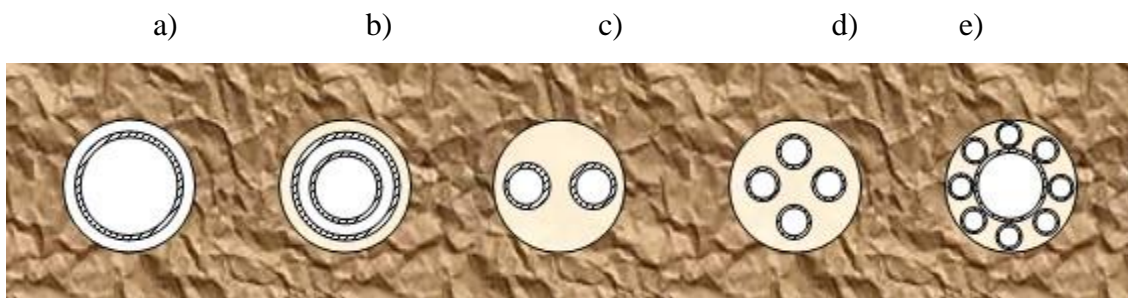
- HDPE, PE 100 lépe PE 100+ -ty se používají pro pokládku do pískového lože [18]
- FAST PE-GT-RC – jsou odolnější proti proražení potrubí kamenem a nemusíme je pokládat do pískového lože [18]

A.4.2.1.2 Tepelné čerpadlo země – voda: Jímání tepla pomocí hloubkového vrtu

Zde se jedná o vrty hluboké 100 – 150 m (záleží na typu podloží a geologickém posudku), které bývají o průměru cca 145 – 220 mm. Dle tabulkových hodnot a typu podloží si vypočítáme potřebnou hloubku vrtu, aby nám pokryla požadovaný výkon. Máme na mysli, že v hloubce od 15 m je celoročně stálá teplota cca 10 °C a díky tomu bude mít tepelné čerpadlo stálý faktor COP. Velkou výhodou je zde, že nepotřebujeme rozlehlý pozemek (jako u zemního kolektoru), ale na druhou stranu jsou vysoké pořizovací náklady. [12,13]

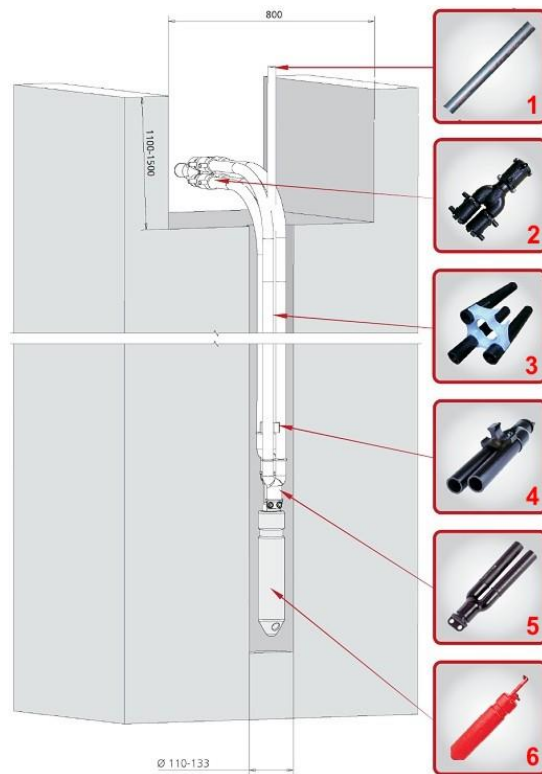
V létě můžeme tepelným čerpadlem země – voda i chladit, pokud je tepelné čerpadlo schopné reversibilního chodu. Výhodou chlazení v létě je i to, že vracíme do zeminy teplo, které jsme odebrali v zimním období a tím zeminu regenerujeme a prodloužíme tím její životnost a schopnost akumulovat energii. [7]

Nejčastější uspořádání kanálů BHE:



Obrázek 7: Půdorysné uspořádání výměnkových kanálů BHE [19]

- a) otevřený koaxiál - teplonosnou látkou je zde pitná voda, která se vrací do téhož vrtu
- b) uzavřený koaxiál - neřeší se kontaminace spodní vody do teplonosné látky
- c) jednoduchá U smyčka se zaplněným stvolem – dnes nejčastěji používaný typ sond
- d) dvojitá U smyčka se zaplněným stvolem – dnes nejčastěji používaný typ sond
- e) mnohosmyčkový koaxiál – větší účinnost, vyšší cena realizace [19]

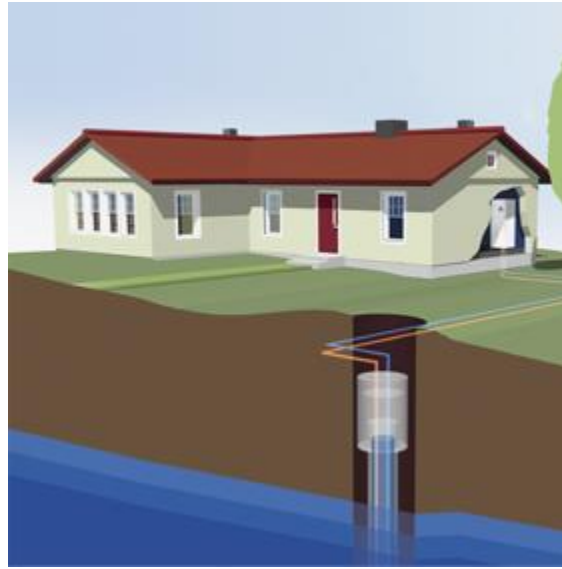


Obrázek 8: Schématické znázornění jednotlivých dílů ve hlubinném vrtu [20]

- 1- **Tlakové injektování vrtu:** Je to potrubí, které je zaváděno do vrtu a vyplňuje jej od spodu po vrch vrtu. K injektování se používají speciální směsi, které nám zajišťují lepší přestup tepla.
- 2- **Redukce z počtu větví:** Jsou navrženy pro nižší hydraulické ztráty potrubí.
- 3- **Vymezovací díl:** Slouží k vymezovací vzdálenosti mezi potrubím ve vrtu. Správná aplikace těchto dílů nám zvyšuje výkon samotného vrtu až o 15 %.
- 4- **Centrifix:** Slouží ve zhoršených geologických podmínkách ke zatlačování potrubí do země.
- 5- **Vratné koleno tvaru U**
- 6- **Závaží pro kolektor:** Olovnice, která nám pomáhá nasměrovat vrt ke dnu vrtu. Při zavádění slouží také jako ochrana u kolena. [20]

A.4.3 Tepelné čerpadlo voda – voda

Systém, který dosahuje nejvyšších topných faktorů ze všech typů tepelných čerpadel, ale jeho využití je možné jen u mála lokalit. Tepelné čerpadlo odebírá teplo ze spodní nebo povrchové vody, která je obvykle na shromážděná ve studni, následně poté je ohřátá látka čerpána do výměníku tepelného čerpadla, ze kterého je po využití tepelné energie, vrácena zpět do země. [5,14]



Obrázek 9: Tepelné čerpadlo voda – voda [14]

Výhodou u tohoto typu tepelného čerpadla je to, že je zde možnost využívat odpadního tepla z vody u technologických procesů a nižší pořizovací náklady. Nevýhoda je však to, že tento typ tepelných čerpadel je náročný na údržbu (životnost a čištění filtrů, čerpadel) a nemůžeme tento systém navrhnout kdekoliv kvůli splnění podmínek pro vydatnost vody (spodní, geotermální nebo technologické). [14]

A.4.4 Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch

Tento typ tepelných čerpadel je na podobném principu jako tepelné čerpadlo vzduch – voda, avšak u tohoto typu se používá pro distribuci tepla vzduch místo vody. Vzduch je ohříván přímo bez předávání tepla do otopného systému, díky tomu máme vyšší topný faktor než ostatní čerpadla.



Obrázek 10: Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch [15]

Výhodou je, že můžeme tímto typem tepelného čerpadla i vlhčit nebo ionizovat vzduch. Naopak nevýhodou vidíme v tom, že tepelné čerpadlo nedokáže ohřívat teplou vodu. Velký důraz se zde klade i na akustické požadavky kvůli hlučnosti ventilátoru, jelikož tento systém není vhodný pro malé objekty. [15,16]

A.5 Topný faktor

A.5.1 Topný faktor tepelného čerpadla COP

COP=Coefficient of Performance, jedná se o bezrozměrné číslo.

Je to jeden z hlavních parametrů tepelného čerpadla, který nám vyjadřuje účinnost tepelného čerpadla za určitých podmínek. Topný faktor nám udává poměr topného výkonu k celkovému elektrickému příkonu jednotky za daných podmínek provozu.

Topný faktor COP je pouze teoretický, je většinou měřen za ideálních podmínek v laboratoři. Reálný topný faktor poté bývá odlišný od toho teoretického, protože musíme zohlednit různé ztráty tepla do okolí, přípravu teplé vody atd. [21,22]

$$COP = \frac{\Phi}{P_c + P_{aux}}$$

Kde:

- Tepelný výkon tepelného čerpadla [kW]
- P_c – Elektrický příkon kompresoru [kW]
- P_{aux} – elektrický příkon nutný k vlastní regulaci tepelného čerpadla, k odtání výparníku, k překonání tlakové ztráty kondenzátoru

Čím máme vyšší topný faktor, tím je provoz tepelného čerpadla levnější. Základem je porovnávat topný faktor za stejných podmínek (teplota vstupu a vratu). Pokud budeme brát zřetel na vývoj zkoušky, tak se zde jedná o určitou část tepelného výkonu k určité části elektrického příkonu za danou dobu. Za danou dobu musíme udělat několik sérií odtání výparníku v tepelném čerpadle, jedná se o velice rychlý děj. Do celkového příkonu elektrické energie se započítává kromě výkonu kompresu i potřeba elektrické energie na regulační prvky, odtání výparníku a energie pro překonání tlakových ztrát výměníku. Pokud je oběhové čerpadlo součástí jednotky, tak budeme uvažovat jen příkon elektrické energie, který je potřeba na překonání tlakových ztrát výměníků. [22]

Topný faktor se určí z laboratorního měření při mnoha rozdílných teplotách (provozních podmínkách), např. teploty na vstupu do výparníku, abychom zachytili dostatečný provozní rozsah. Nejrozsáhlejší zkouška je u tepelného čerpadla vzduch – voda kvůli velikému rozsahu teplot (ovlivněno okolním vzduchem).

t_{k2} / t_{v1}	voda – voda		země – voda			venkovní vzduch – voda				
	10 °C	15 °C	-5 °C	0 °C	5 °C	-15 °C	-7 °C	2 °C	7 °C	12 °C
35 °C										
45 °C										
55 °C										
65 °C										

Obrázek 11: Zkušební podmínky tepelných čerpadel dle ČSN EN 14511-1 [22]

Na obr. 11 je tabulka, ve které jsou uváděny normou stanovené hodnoty pro jednotlivé typy tepelných čerpadel.

- **Tepelné čerpadlo země – voda**
B0/W35 - teplota solanky na vstupu do výparníku 0 °C, teplota otopné vody z kondenzátoru 35 °C
- **Tepelné čerpadlo voda- voda**
W10/W35 - teplota vody na vstupu do výparníku 10 °C, teplota otopné vody z kondenzátoru 35 °C
- **Tepelné čerpadlo vzduch – voda**
A2/W35 - teplota vzduchu na vstupu do výparníku 2 °C, teplota otopné vody z kondenzátoru 35 °C [22]

W – watter (voda), A – air (vzduch), B – brine (solanka)

Minimální topné faktory tepelných čerpadel:

tepelné čerpadlo	jmenovité podmínky	požadavek
vzduch-voda	A2/W35	$COP > 3.1$
země-voda	B0/W35	$COP > 4.3$
voda-voda	W10/W35	$COP > 5.1$

Obrázek 12: Minimální topné faktory tepelných čerpadel [22]

Topný faktor bývá používán jako kritérium efektivity daného tepelného čerpadla. Evropská asociace pro tepelná čerpadla (EHPA) uděluje podmínky tepelným čerpadlům, aby dosahovaly minimálních daných topných faktorů, pokud se chtějí ucházet o značku kvality Q – label (hodnoty na Obr. 12). Tyto hodnoty byly poté přebrány i do programu „Nová zelená úsporám“. [22]

A.5.2 Sezónní topný faktor tepelného čerpadla SCOP

SCOP =seasonal coefficient of performance, jedná se o bezrozměrné číslo

SCOP je pro nás směrodatnější při výběru tepelného čerpadla, protože tohle bezrozměrné číslo nám vychází z celoroční bilance produkce tepla a pokrytím potřeby tepla pro navrhovanou tepelnou ztrátu v budově v otopné sezóně. Do SCOP se nezahrnuje jen výkon tepelného čerpadla v aktivním chodu, ale také cyklování a ztráty energie. Také je zde zahrnuta i energetická potřeba bivalentního zdroje (např. topné elektrické patrony uvnitř jednotky), ztráty vychládáním výměníku v době mimo provoz, udržování kompresoru na dané teplotě nebo energetická spotřeba tepelného čerpadla v pohotovostním režimu. [22]

K výpočtu SCOP máme určená tři klimatická pásma:

- Teplé - Atény s návrhovou venkovní teplotou +2 °C a trváním otopné sezóny 3590 hodin
- Chladné - Helsinky s návrhovou venkovní teplotou –22 °C a trváním otopné sezóny 6446 hodin
- Průměrné - Štrasburk s návrhovou venkovní teplotou –10 °C a trváním otopné sezóny 4910 hodin [22]

Při výpočtu SCOP ve zkušebně musíme brát v potaz i tzv. bod bivalence (topný faktor za podmínek, přičemž výkon tepelného čerpadla odpovídá tepelné ztrátě objektu), kdy je tepelné čerpadlo navrženo na určitou tepelnou ztrátu budovy. Pokud navrhujeme velký výkon tepelného čerpadla, tím méně nám sice bude spínat bivalentní zdroj (elektrokotel), avšak nám tímto narostou energetické ztráty díky cyklování (ochlazování výměníků, udržování kompresoru na určité teplotě atd.), proto je pro nás hranice hodnocení tepelné

čerpadlo s určitým náhradním zdrojem (ať už elektrokotel nebo elektrická patrona v tepelném čerpadle). [22]

A.6 Návrh tepelných čerpadel

A.6.1 Dimenzování tepelného čerpadla

Při dimenzování tepelného čerpadla bereme v úvahu několik faktorů. Hlavním faktorem je pro nás vypočítaná tepelná ztráta objektu a technologie jímání tepla z venkovního prostoru (vzduch, země, voda). Pokud známe tepelnou ztrátu objektu a víme, jak budeme teplo získávat z venkovního prostředí, přejdeme k samotnému návrhu tepelného čerpadla. Velkou roli zde hraje to, jakou konstrukci jednotka v sobě obsahuje (scroll kompresor nebo tepelné čerpadlo s plynulou regulací výkonu). [23]

U kompresorů scroll dimenzujeme tepelné čerpadlo na cca 80 % tepelných ztrát. Je to kvůli tomu, aby nedocházelo k zapínání a vypínání při vyšších venkovních teplotách (tzv. cyklování), tzn. tepelné čerpadlo má vyšší výkon, než v danou chvíli potřebujeme. Cyklování nám může razantně snížit životnost tepelného čerpadla. Tento problém může být ale jednoduše řešen akumulací nádobou, díky ní se nám prodlouží doba, kdy tepelné čerpadlo bude pracovat a tím pádem se hned nevypne a nezapne. [23]

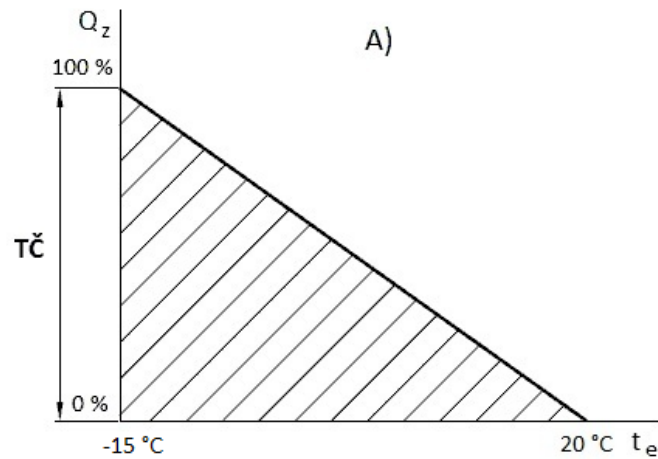
U tepelných čerpadel s invertorovou technologií (plynulou regulací výkonu) můžeme tepelné čerpadlo dimenzovat na 100% tepelné ztráty objektu. U tohoto typu tepelného čerpadla nám nevadí, že bude tepelné čerpadlo předimenzováno, protože si zde můžeme regulovat výkon od 30 do 100% výkonu. K regulaci nám zde slouží kompresy, ať už digitalscroll nebo dvojité rotační. [23]

Bod bivalence k pokrytí potřebné tepelné ztrátě

Bodem bivalence nazýváme bod, kdy se nám protnou křivky tepelné ztráty objektu a topného výkonu tepelného čerpadla za určité teploty. V tomto průsečíku nám již tepelné čerpadlo nedokáže poskytnout dostatečný výkon, aby pokrylo požadovanou tepelnou ztrátu.

a) Monovalentní provoz

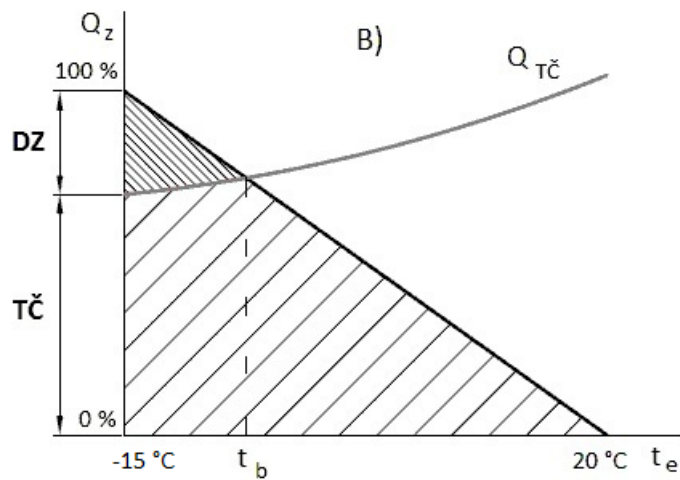
Zdroj nám zde pokryje celou tepelnou ztrátu objektu, kdy nepotřebujeme k tomuto tepelnému čerpadlu další zdroj.



Obrázek 13: Monovalentní provoz TČ [24]

b) Paralelně bivalentní provoz

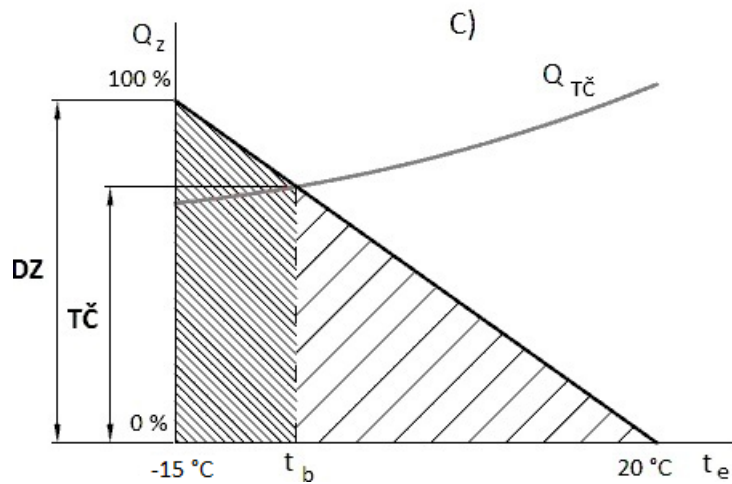
Při nedostatečném výkonu tepelného čerpadla se nám přidá bivalentní zdroj. V praxi to znamená, že tepelné čerpadlo pojede stále ve svém maximálním výkonu a přidá se nám bivalentní zdroj, který pokryje zbytkový potřebný výkon.



Obrázek 14: Paralelně bivalentní provoz TČ [24]

c) Alternativně bivalentní provoz

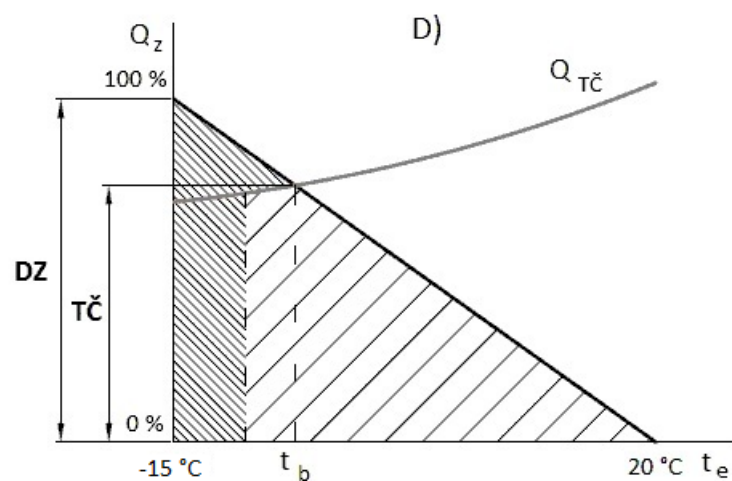
Při určité venkovní teplotě nám přestane fungovat tepelné čerpadlo (vypne se) a spustí se nám bivalentní zdroj, který bude samostatně pracovat.



Obrázek 15: Alternativně bivalentní provoz TČ [24]

d) Bivalentně částečně paralelní provoz

V tomto se provozu se jedná o kombinace provozů paralelně bivalentního a alternativně bivalentního.



Obrázek 16: Bivalentně částečně paralelní provoz [24]

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B Analýza objektu

V projektu je řešena novostavba rodinného domu pro 4 člennou rodinu v obci Předín. Řešená budova má 1 podlaží o užitné ploše stavby 297,41 m². Vstup do objektu je ze strany od veřejné komunikace. Novostavba RD je na rohovém pozemku nových výstaveb a je obklopena pouze jedním RD z jižní strany.

Objekt je pomyslně rozdělen obývacím pokojem s kuchyní, kdy na severní straně objektu je ložnice, pracovna, technická místnost, koupelna a samostatné WC. Na jižní straně objektu jsou dva dětské pokoje, koupelna, samostatné WC a technická místnost.

Hlavní nosný systém konstrukce tvoří keramické zdivo z cihel Porotherm. Obvodové stěny nejsou zatepleny. Stropní konstrukce jsou zhotoveny ze skládaného systému TRAS z nosníků a vložek. Střecha objektu je částečně jednoplášťová plochá a částečně nad objektem je sedlová střecha. Vnitřní příčky jsou řešeny z keramických cihel Porotherm. Okna a dveře byla zvolena plastová, kdy francouzské okno v obývacíku je možné použít jako průchod ven.

Vytápění objektu je řešeno podlahovým vytápěním. Objekt je rozdělen na 2 rozdělovače a sběrače. Rozvody otopné vody do rozdělovačů a sběračů jsou navrženy jako dvoutrubkové s nuceným oběhem a jsou na společné jedné větvi, přičemž přírodní voda je o teplotě 35 °C. Jako zdroj vytápění a ohřevu vody je navrženo tepelné čerpadlo země – voda s hlubinnými vrty. V technické místnosti bude i akumulční nádrž o objemu 300 l.

B.1 Součinitel prostupu tepla navržených konstrukcí

Součinitel prostupu tepla U je veličina, která vyjadřuje, jak daný materiál či konstrukce dokáže tepelně izolovat. Součinitel prostupu tepla musí být ze zákona dodržen a slouží k výpočtu tepelných ztrát.

Součinitele prostupu tepla byly spolu s výpočtem tepelných ztrát stanoveny v programu TechCON.

B.1.1 Výpočtové vztahy

Tepelný odpor konstrukce:

$$R = \sum \frac{d}{\lambda} [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$$

d – tloušťka i -té vrstvy skladby posuzované konstrukce

λ – součinitel tepelné vodivosti materiálu [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

Součinitel prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T} [\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}]$$

R_{si} – odpor při prostupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

R_T – odpor při přestupu tepla konstrukcí [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

B.1.2 Výpočet a posouzení navržených konstrukcí

B.1.2.1.1 Obvodová konstrukce – SO1

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 7.69231$ W/m²K $h_e = 25$ W/m²K

$R_{si} = 0.13$ m²K/W $R_{se} = 0.04$ m²K/W

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]
1	Vápenocementová omítka	0.01	0.8600	0.0116
2	POROTHERM 44 P+D (s maltou POROTHERM TM bez omítky)	0.44	0.0660	6.6667
3	Jadrová omítka lehká	0.02	0.4000	0.0500
4	klepící hmota	0.004	0.2200	0.0182
5	Vápenná omítka	0.002	0.7000	0.0029

Z katalogu

Přidat materiál

Vložit materiál

Smazat materiál

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 6.919$ m²K/W $U = 0.145$ W/m²K Tloušťka = 0.476 m

OK Zrušit

B.1.2.1.2 Vnitřní nosná konstrukce – SO2

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 7.69231$ W/m²K $h_e = 25$ W/m²K

$R_{si} = 0.13$ m²K/W $R_{se} = 0.04$ m²K/W

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]
1	Vápenocementová omítka	0.01	0.8600	0.0116
2	POROTHERM 44 P+D (s maltou POROTHERM TM bez omítky)	0.44	0.1110	3.9640
3	Jadrová omítka lehká	0.02	0.4000	0.0500
4	klepící hmota	0.004	0.2200	0.0182
5	Vápenná omítka	0.002	0.7000	0.0029

Z katalogu

Přidat materiál

Vložit materiál

Smazat materiál

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 4.217$ m²K/W $U = 0.237$ W/m²K Tloušťka = 0.476 m

OK Zrušit

B.1.3 Vnitřní nenosné zdivo

SN1

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 7.69231 \text{ W/m}^2\text{K}$ $h_e = 7.69231 \text{ W/m}^2\text{K}$

$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{se} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]
1	Vápenocementová omítka	0.01	0.8600	0.0116
2	POROTHERM 17,5 P+D (s vápenno-cementovou maltou bez omítky)	0.175	0.2700	0.6481
3	Vápenocementová omítka	0.01	0.8600	0.0116

Z katalogu

Přidat materiál

Vložit materiál

Smazat materiál

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 0.931 \text{ m}^2\text{K/W}$ $U = 1.074 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tloušťka = 0.195 m

OK Zrušit

SN 2

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 7.69231 \text{ W/m}^2\text{K}$ $h_e = 7.69231 \text{ W/m}^2\text{K}$

$R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{se} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]
1	Vápenocementová omítka	0.02	0.8600	0.0233
2	POROTHERM 11,5 P+D	0.14	0.2600	0.5385
3	Vápenocementová omítka	0.02	0.8600	0.0233

Z katalogu

Přidat materiál

Vložit materiál

Smazat materiál

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 0.845 \text{ m}^2\text{K/W}$ $U = 1.183 \text{ W/m}^2\text{K}$ Tloušťka = 0.18 m

OK Zrušit

B.1.4 Podlaha

POD1 – S1: Podlaha na terénu, nášlapná vrstva linoleum

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 5.88235$ W/m²K $h_e = 25$ W/m²K

$R_{si} = 0.17$ m²K/W $R_{se} = 0.04$ m²K/W

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]
1	Linoleum 4mm	0.001	0.1900	0.0053
2	Anhydritový lité potěr - Maxit plan 480	0.06	1.8000	0.0333
3	Polystyren pěnový EPS 100 S 180mm	0.18	0.0400	4.5000
4	Krycí potěr C16/20	0.05	2.1000	0.0238
5	hydroizolační fólie	0.0015	0.1600	0.0094
6	podkaldní betonová deska	0.15	1.3400	0.1119
7	štrkovaný zhutněný zásep	0.2	0.2700	0.7407

Z katalogu

Přidat materiál

Vložit materiál

Smazat materiál

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 5.634$ m²K/W $U = 0.177$ W/m²K Tloušťka = 0.643 m

OK Zrušit

POD2-S2: Podlaha na terénu, nášlapná vrstva dlažba

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 5.88235$ W/m²K $h_e = 25$ W/m²K

$R_{si} = 0.17$ m²K/W $R_{se} = 0.04$ m²K/W

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]
1	Keramická dlažba	0.01	1.0100	0.0099
2	Anhydritový lité potěr - Maxit plan 480	0.06	1.8000	0.0333
3	Polystyren pěnový EPS 100 S 180mm	0.18	0.0400	4.5000
4	Krycí potěr C16/20	0.05	2.1000	0.0238
5	hydroizolační fólie	0.0015	0.1600	0.0094
6	podkaldní betonová deska	0.15	1.3400	0.1119
7	štrkovaný zhutněný zásep	0.2	0.2700	0.7407

Z katalogu

Přidat materiál

Vložit materiál

Smazat materiál

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 5.639$ m²K/W $U = 0.177$ W/m²K Tloušťka = 0.652 m

OK Zrušit

B.1.4.1.1 Stropní/střešní konstrukce

STR2-S9: Plochá střešní konstrukce

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 7.69231$ W/m²K $h_e = 25$ W/m²K
 $R_{si} = 0.13$ m²K/W $R_{se} = 0.04$ m²K/W

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]	Označení
1	Jadrová omítka lehká	0.005	0.4000	0.0125	
2	Vodorovná - teplo zdola	0.05	0.1870	0.2674	
3	SDK	0.04	0.2200	0.1818	
4	Skládaný strop TRAS	0.2	0.1000	2.0000	
5	Nadbetonávka s kari sítí	0.05	1.4300	0.0350	
6	Kooltherm K5	0.1	0.0210	4.7619	
7	Polystyren pěnový EPS 100 S	0.1	0.0400	2.5000	
8	Polystyren pěnový EPS 100 S	0.1	0.0400	2.5000	
9	Hydoizolační fólie z PVC	0.018	0.1600	0.1125	
10	nopová fólie	0.02	0.2000	0.1000	
11	Substrát střešní	0.15	0.2700	0.5556	
12	Rozchodníková rohož	0.03	0.2700	0.1111	

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 13.308$ m²K/W $U = 0.075$ W/m²K Tloušťka = 0.863 m

OK Zrušit

STR do nevytápěné

Skladba konstrukce

Součinitele a odpory při přestupu:

$h_i = 7.69231$ W/m²K $h_e = 25$ W/m²K
 $R_{si} = 0.13$ m²K/W $R_{se} = 0.04$ m²K/W

Pořadí vrstev	Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² ...]	Označení
1	SDK	0.04	0.2200	0.1818	
2	Vodorovná - teplo zdola	0.0675	0.3500	0.1929	
3	Minerální tep izo. + stropní trámy	0.3	0.0330	9.0909	
4	OSB desky	0.022	0.1300	0.1692	

Celkové hodnoty pro konstrukci:

$R = 9.805$ m²K/W $U = 0.102$ W/m²K Tloušťka = 0.43 m

OK Zrušit

B.1.5 Výplně otvorů

OKNA

č.	Konstrukce	x [m]	y [m]	U [W/m ² ...]	ek [-]	A [m ²]
1	OKNO 750X1000	0.75	1	0.72	1	0.75
2	OKNO 1750X1000	1.75	1	0.72	1	1.75
3	OKNO2000X1500	2	1.5	0.72	1	3
4	OKNO 1500X2500	1.5	2.5	0.72	1	3.75
5	OKNO 3000X2500	3	2.5	0.72	1	7.5
6	OKNO 2000X2500	2	2.5	0.72	1	5
7	OKNO ROH 1 2,44X0,75	2.44	0.75	0.72	1	1.83
8	OKNO ROH 2 2,44X0,75	1.94	0.75	0.72	1	1.46

DVEŘE

č.	Konstrukce	x [m]	y [m]	U [W/m ² ...]	ek [-]	A [m ²]
1	DVEŘE VCHOD	2.25	2.25	0.5	1	5.06
2	DVEŘE VCHOD 2	1.2	2.25	0.5	1	2.7
3	DVEŘE VN 800	0.8	1.97	2	1	1.58
4	DVEŘE VN 700	0.7	1.97	2	1	1.38

B.1.6 Posouzení

OZN	Typ konstrukce	Uk	ΔU	U	Urec,20	Posouzení
		[W/m ² K]		[W/m ² K]	[W/m ² K]	
SO1	Obvodová stěna	0,145	0,02	0,165	0,25	Vyhoví
SO2	Vnitřní nosná stěna	0,237	0	0,237	1,8	Vyhoví
SN1	Vnitřní nenosná stěna	1,074	0	1,074	1,8	Vyhoví
SN2	Vnitřní nenosná stěna	1,183	0	1,183	1,8	Vyhoví
POD1-S1	Podlaha na terénu	0,177	0,02	0,197	0,3	Vyhoví
POD2-S2	Podlaha na terénu	0,177	0,02	0,197	0,3	Vyhoví
STR2-S9	Jednoplášťová střecha	0,075	0,02	0,095	0,16	Vyhoví
STROP DO NEVY	Strop do nevytápěné části	0,102	0,02	0,122	0,2	Vyhoví
OKNA	Okna trojsklo	0,72	0	0,72	1,1	Vyhoví
DVEŘE-VCHOD	Dveře vchodové	0,5	0	0,5	1,2	Vyhoví
DVEŘE VN	Dveře vnitřní	2	0	2	2	Vyhoví

B.2 Výpočet tepelného výkonu

Výpočet tepelných ztrát byl prováděn v programu TechCON a byl zpracován dle normy ČSN EN 12831.

Výpočtové teploty vnitřního vzduchu:

$t_i = 20\text{ °C}$ – šatna, obývací pokoj, kuchyně, šatna, chodba, pokoj, ložnice, WC, hala

$t_i = 24\text{ °C}$ – koupelna

$t_i = 15\text{ °C}$ – zádveří

B.2.1 Postup výpočtu

Výpočet tepelné ztráty

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

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

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

Výpočet tepelné ztráty prostupem tepla

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

$H_{T,i}$ - součinitel tepelné ztráty přestupem [W.K⁻¹]

θ_i – vnitřní návrhová teplota [°C]

θ_e – venkovní výpočtová teplota [°C]

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iJ} + H_{T,iue} + H_{T,ig} [\text{W.K}^{-1}]$$

$H_{T,ie}$ – součinitel tepelné ztráty přestupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí

$$= \sum A_k \cdot U_{kc}$$

$H_{T,ig}$ - součinitel tepelné ztráty přestupem z vytápěného prostoru do zeminy

$$= f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w$$

f_{g1} – korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty = 1,45

f_{g2} – teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou θ_{me} a výpočtovou venkovní teplotou

G_w – korekční činitel zohledňující vliv spodní vody

$H_{T,iue}$ - součinitel tepelné ztráty přestupem z vytápěného prostoru do nevytápěného prostoru

$$= \sum A_k \cdot U_k \cdot b_u$$

b_u – teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhovou teplotou

$H_{T,ig}$ - součinitel tepelné ztráty přestupem z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na jinou teplotu

$$= f_{ij} \cdot \sum A_k \cdot U_k$$

f_{ij} – teplotní opravný činitel

Výpočet tepelné ztráty větráním

Přirozené větrání

$$\Phi_v = H_{v,i} \cdot (\theta_i - \theta_e) [W]$$

$H_{v,i}$ - součinitel tepelné ztráty větráním [$W \cdot K^{-1}$]

θ_i – vnitřní návrhová teplota [$^{\circ}C$]

θ_e – venkovní výpočtová teplota [$^{\circ}C$]

Součinitel tepelné ztráty větráním

$$H_{v,i} = V_i \cdot \rho \cdot c [W \cdot K^{-1}]$$

V_i – množství vyměňovaného vzduchu

$$V_i = \max(V_{\min,i}; V_{\inf,i}) [m^3/hod]$$

ρ – hustota vzduchu [kg/m^3]

c – měrná tepelná kapacita vzduchu [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]

Infiltrace pláštěm budovy

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

V – objem místnosti [m^3]

n_{50} – intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaku 50 Pa mezi vnitřní a venkovní částí budovy zahrnující účinky přívodu vzduchu [h^{-1}]

ε_i – výškový korekční činitel [-]

e_i – stínící činitel [-]

Hygienická výměna vzduchu

$$V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

n_{min} – intenzita větrání prostoru [h^{-1}]

V – objem místnosti [m^3]

Nucené větrání

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

$H_{v,\text{VZT}}$ – součinitel tepelné ztráty nuceným větráním [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$]

θ_i – vnitřní návrhová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

θ_e – venkovní výpočtová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

$H_{\text{inf},i}$ – součinitel tepelné ztráty nuceným větráním [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$]

Měrná tepelná ztráta infilrací

$$H_{\text{inf},i} = V_{\text{inf},i} \cdot \rho \cdot c [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$$

ρ – hustota vzduchu [kg/m^3]

c – měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

$V_{\text{inf},i}$ – množství infilrací [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

Měrná tepelná ztráta nuceným větráním

$$\mathbf{H_{v,vZT} = V_p \cdot \rho \cdot c [W \cdot K^{-1}]}$$

ρ – hustota vzduchu [kg/m^3]

c – měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

V_p – množství přiváděného vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

B.2.2 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

Výpočet místnosti: 1.01 - Závěří

$\theta_{int,i} = 15.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_i = 10.72 \text{ m}^2$ $V_i = 27.53 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 10.72 \text{ m}^2$ $P = 9.26 \text{ m}$ $B = 2.32 \text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
SD1	476	7.27	3.33	24.21	1	5.06	19.15	0.145	0.05	0.195	1.00	-	15.0	-15.0	30.0	Exteriér	3.8	113
DVERE VCHOD	-	2.25	2.25	5.06	-	-	5.06	0.500	0.30	0.800	1.00	-	15.0	-15.0	30.0	Exteriér	4.1	122
SN1	195	5.35	3.33	17.82	1	1.38	16.44	1.074	-	1.074	1.00	-	15.0	20.0	-5.0	Vytápěný interiéř	-2.9	-88
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	15.0	20.0	-5.0	Vytápěný interiéř	-0.4	-13
SD1	476	2.00	3.33	6.64	1	1.58	5.06	0.145	0.05	0.195	1.00	-	15.0	-15.0	30.0	Exteriér	1.0	30
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	0.50	2.500	1.00	-	15.0	-15.0	30.0	Exteriér	4.0	119
POD2-S2	0	4.71	2.60	10.72	-	-	10.72	0.177	-	0.000	1.00	0.170	15.0	3.1	11.9	Zemina	1.1	32
STR1-S8	0	4.71	2.60	10.72	-	-	10.72	0.117	-	0.117	1.00	-	15.0	0.0	15.0	Nevytápěný interiéř	0.6	19
Spolu :																	11.1	334

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 334 \text{ W}$ Tepelní mosty: 105.6 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 11.1 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 12.8 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéřu

$H_{T,iue} = 0.6 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = -3.4 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 1.1 \text{ W/K}$ - přes zeminu

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 140 \text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V_{inf,i} = 9.9 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$e_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

Tepelný příkon na zátop :

$V_{i,v} = 13.8 \text{ m}^3/\text{h}$ $\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

Nucené větrání : $f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

NE $V_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = - \text{ } ^\circ\text{C}$

$V_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

ile:///C:/škola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předin.html

1/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$

$V_{min} = 13.8 \text{ m}^3/\text{h} < V_i = 9.9 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} < n = 0.4 \text{ 1/h}$

$\Phi_{HL,i} = 474 \text{ W}$

$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$

Výpočet místnosti: 1.02 - Šatna

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_i = 9.12 \text{ m}^2$ $V_i = 23.42 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 9.12 \text{ m}^2$ $P = 3.04 \text{ m}$ $B = 5.99 \text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S02	476	3.04	3.33	10.14	-	-	10.14	0.237	0.05	0.287	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	2.9	102
SN2	180	3.71	3.33	12.35	-	-	12.35	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiéř	0.0	0
SN2	180	5.61	3.33	18.68	-	-	18.68	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiéř	0.0	0
POD2-S2	0	3.11	3.10	9.12	-	-	9.12	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	1.1	39
STR1-S8	0	3.11	3.10	9.12	-	-	9.12	0.117	-	0.117	1.00	-	20.0	0.0	20.0	Nevytápěný interiéř	0.6	22
Spolu :																	4.7	163

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 163 \text{ W}$ Tepelní mosty: 17.7 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 4.7 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 2.9 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéřu

$H_{T,iue} = 0.6 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 1.1 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$

$V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$

$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 139 \text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V_{inf,i} = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$e_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{i,v} = 11.7 \text{ m}^3/\text{h}$

Nucené větrání :

NE $V_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = - \text{ } ^\circ\text{C}$

$V_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Tepelný příkon na zátop :

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

$f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 302 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.03 - Obývací pokoj

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 57.65 \text{ m}^2$ $V_i = 147.99 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 57.65 \text{ m}^2$ $P = 20.57 \text{ m}$ $B = 5.60 \text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	10.90	3.33	36.31	2	11.25	25.06	0.145	-	0.145	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.7	128
OKNO 1500X2500	-	1.50	2.50	3.75	-	-	3.75	0.720	0.40	1.120	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	4.2	147
OKNO 3000X2500	-	3.00	2.50	7.50	-	-	7.50	0.720	0.30	1.020	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	7.7	268
S01	476	2.32	3.33	7.71	-	-	7.71	0.145	-	0.145	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.1	40
S01	476	1.13	3.33	3.76	-	-	3.76	0.145	-	0.145	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.6	20
S02	476	4.81	3.33	16.02	1	1.58	14.44	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
S02	476	2.87	3.33	9.56	-	-	9.56	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
S02	476	1.49	3.33	4.96	1	1.58	3.38	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
S01	476	0.45	3.33	1.50	-	-	1.50	0.145	-	0.145	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	10.50	5.50	57.65	-	-	57.65	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	6.9	241
STR1-S8	0	10.50	5.50	57.65	-	-	57.65	0.117	-	0.117	1.00	-	20.0	0.0	20.0	Nevytápěný interiér	3.9	135
S02	476	5.63	3.33	18.73	1	1.58	17.15	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	4.1	143
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	0.50	2.500	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	4.0	139
S02	476	0.60	3.33	2.00	-	-	2.00	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.5	17
Spolu :																	36.5	1278

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 1278 \text{ W}$ Tepelní mosty: 158.9 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 881 \text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V_{i,v} = 74.0 \text{ m}^3/\text{h}$

Nucené větrání :
NE

Tepelný příkon na zátop :

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

$f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

$H_{T,i} = 36.5 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 25.8 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 3.9 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 6.9 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \epsilon_i$

$V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$

$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$

$V_{inf,i} = 53.3 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$e_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 74.0 \text{ m}^3/\text{h} <= V_i = 53.3 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.4 \text{ 1/h}$

$V_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = - \text{ }^\circ\text{C}$

$V_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i} + \Phi_{HG,i}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 2159 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.04 - Kuchyně

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 16.63 \text{ m}^2$ $V_i = 42.68 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 16.63 \text{ m}^2$ $P = 8.73 \text{ m}$ $B = 3.81 \text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	8.25	3.33	27.47	2	3.29	24.18	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	4.7	166
OKNO ROH 2 2,44X0,75	-	1.94	0.75	1.46	-	-	1.46	0.720	0.50	1.220	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.8	63
OKNO ROH 1 2,44X0,75	-	2.44	0.75	1.83	-	-	1.83	0.720	0.50	1.220	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	2.3	79
SN2	180	4.75	3.33	15.82	1	1.38	14.44	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
S02	476	0.48	3.33	1.59	-	-	1.59	0.237	0.05	0.287	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.5	16
POD1-S1	0	4.75	3.50	16.63	-	-	16.63	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	2.0	70
STR1-S8	0	4.75	3.50	16.63	-	-	16.63	0.117	-	0.117	1.00	-	20.0	0.0	20.0	Nevytápěný interiér	1.1	39
Spolu :																	12.4	433

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 433 \text{ W}$ Tepelní mosty: 102.7 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 254 \text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V_{i,v} = 21.3 \text{ m}^3/\text{h}$

Nucené větrání :
NE

Tepelný příkon na zátop :

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

$f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

$H_{T,i} = 12.4 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 9.3 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 1.1 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 2.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \epsilon_i$

$V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$

$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$

$V_{inf,i} = 15.4 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$e_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 21.3 \text{ m}^3/\text{h} <= V_i = 15.4 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.4 \text{ 1/h}$

$V_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = - \text{ }^\circ\text{C}$

$V_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i} + \Phi_{HG,i}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 687 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.05 - Šatna

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 3.75 \text{ m}^2$ $V_i = 9.63 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 3.75 \text{ m}^2$ $P = 2.50 \text{ m}$ $B = 3.00 \text{ m}$

Teplotné ztráty prechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	ϵ_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	2.50	3.33	8.32	-	-	8.32	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Externér	1.6	57
SN2	180	4.00	3.33	13.32	-	-	13.32	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	1.50	3.33	4.99	-	-	4.99	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	2.50	1.50	3.75	-	-	3.75	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	0.5	16
STR1-S8	0	2.50	1.50	3.75	-	-	3.75	0.117	-	0.117	1.00	-	20.0	0.0	20.0	Nevytápěný interiér	0.3	9
Spolu :																	2.3	82

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
 $\Phi_{T,i} = 82 \text{ W}$ Tepelní mosty: 14.6 W

Projektovaná tepelná ztráta větráním :
 $\Phi_{V,i} = 57 \text{ W}$

Tepelný příkon na zátop :
 $V_{i,v} = 4.8 \text{ m}^3/\text{h}$ $\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

file:///C:/škola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předín.html

3/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

Objemový tok infiltrací :

Nucené větrání : $f_{RH} = - \text{ W/m}^2$
 NE

$H_{T,i} = 2.3 \text{ W/K}$ - celková

$V'_{inf,i} = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$

$V'_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Tepelné zisky:

$H_{T,ie} = 1.6 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$\theta_{su} = - \text{ }^\circ\text{C}$

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

$H_{T,iue} = 0.3 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$\epsilon_i = 0.0$

$V'_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Projektovaný tepelný příkon :

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$\epsilon_i = 1.0$

$V'_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$H_{T,ig} = 0.5 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V'_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

$V'_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_i$

$V_{min} = 4.8 \text{ m}^3/\text{h} <= V'_i = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Phi_{HL,i} = 139 \text{ W}$

$V'_{su,sum} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.0 \text{ 1/h}$

$V'_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$

Výpočet místnosti: 1.06 - Chodba

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 4.77 \text{ m}^2$ $V_i = 14.03 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 4.77 \text{ m}^2$ $P = 0.00 \text{ m}$ $B = 0.00 \text{ m}$

Teplotné ztráty prechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	ϵ_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
SN2	180	3.54	3.33	11.77	1	1.38	10.39	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	3.54	3.33	11.77	-	-	11.77	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	1.35	3.33	4.50	-	-	4.50	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
S02	476	4.81	3.33	16.02	1	1.58	14.44	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	3.54	1.35	4.77	-	-	4.77	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	0.6	20
STROP DO NEVY	0	3.54	1.35	4.77	-	-	4.77	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	0.4	13
Spolu :																	0.9	33

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
 $\Phi_{T,i} = 33 \text{ W}$ Tepelní mosty: 0.0 W

Projektovaná tepelná ztráta větráním :
 $\Phi_{V,i} = 83 \text{ W}$

Tepelný příkon na zátop :
 $V_{i,v} = 7.0 \text{ m}^3/\text{h}$ $\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

Objemový tok infiltrací :

Nucené větrání : $f_{RH} = - \text{ W/m}^2$
 NE

$H_{T,i} = 0.9 \text{ W/K}$ - celková

$V'_{inf,i} = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$

$V'_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Tepelné zisky:

$H_{T,ie} = 0.0 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$\theta_{su} = - \text{ }^\circ\text{C}$

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

$H_{T,iue} = 0.4 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$\epsilon_i = 0.0$

$V'_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Projektovaný tepelný příkon :

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$\epsilon_i = 1.0$

$V'_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$H_{T,ig} = 0.6 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V'_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

$V'_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_i$

$V_{min} = 7.0 \text{ m}^3/\text{h} <= V'_i = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Phi_{HL,i} = 116 \text{ W}$

$V'_{su,sum} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.0 \text{ 1/h}$

$V'_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$

Výpočet místnosti: 1.07 - Koupelna

$\theta_{int,i} = 24.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 6.34 \text{ m}^2$ $V_i = 18.65 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 6.34 \text{ m}^2$ $P = 5.04 \text{ m}$ $B = 2.52 \text{ m}$

Teplotné ztráty prechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² k]	ΔU_{tb} [W/m ² k]	U_{kc} [W/m ² k]	ϵ_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² k]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
POD1-S1	0	2.17	0.00	0.00	-	-	0.00	0.177	-	0.000	1.00	0.170	24.0	3.1	20.9	Zemina	0.0	0
S01	476	2.17	3.33	7.24	1	1.75	5.49	0.145	0.05	0.195	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	1.1	42
OKNO 1750X1000	-	1.75	1.00	1.75	-	-	1.75	0.720	0.50	1.220	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	2.2	84
SN2	180	5.08	3.33	16.92	1	1.38	15.54	1.183	-	1.183	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interiér	1.9	74
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interiér	0.3	12
POD2-S2	0	2.87	2.21	6.34	-	-	6.34	0.177	-	0.000	1.00	0.170	24.0	3.1	20.9	Zemina	0.8	33
STROP DO NEVY	0	2.87	2.21	6.34	-	-	6.34	0.104	-	0.104	1.00	-	24.0	-6.0	30.0	Nevytápěný interiér	0.5	20
S02	476	2.87	3.33	9.56	-	-	9.56	0.237	0.05	0.287	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	2.7	107
Spolu :																	9.5	372

Projektovaná tepelná ztráta přechodem

Projektovaná tepelná ztráta

Tepelný příkon na zátop :

file:///C:/škola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předín.html

4/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

tepla :

$\Phi_{T,i} = 372 \text{ W}$ Tepelní mosty: 63.5 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 9.5 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 6.0 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 0.5 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 2.2 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 0.8 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V'_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_i$

$V'_{su,sum} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$

$V_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$

větráním :

$\Phi_{V,i} = 124 \text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V'_{inf,i} = 4.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$\epsilon_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 9.3 \text{ m}^3/\text{h} <= V_i = 4.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.2 \text{ 1/h}$

$V'_{i,v} = 9.3 \text{ m}^3/\text{h}$

Nucené větrání :

NE

$V'_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = - \text{ }^\circ\text{C}$

$V'_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V'_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V'_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

$f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{hi} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 496 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.08 - Pokoj

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 14.07 \text{ m}^2$ $V_i = 41.35 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 14.07 \text{ m}^2$ $P = 7.75 \text{ m}$ $B = 3.63 \text{ m}$

Teplotné ztráty prechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² k]	ΔU_{tb} [W/m ² k]	U_{kc} [W/m ² k]	ϵ_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² k]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	7.75	3.33	25.81	2	6.00	19.81	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.9	136
OKNO2000X1500	-	2.00	1.50	3.00	-	-	3.00	0.720	0.40	1.120	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.4	118
OKNO2000X1500	-	2.00	1.50	3.00	-	-	3.00	0.720	0.40	1.120	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.4	118
SN2	180	4.04	3.33	13.44	1	1.58	11.86	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	3.74	3.33	12.44	-	-	12.44	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	4.90	2.87	14.07	-	-	14.07	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	1.7	59
STROP DO NEVY	0	4.90	2.87	14.07	-	-	14.07	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	1.1	39
Spolu :																	13.4	470

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 470 \text{ W}$ Tepelní mosty: 118.7 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 13.4 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 10.6 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 1.1 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 1.7 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V'_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_i$

$V'_{su,sum} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$

$V_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$

Projektovaná tepelná ztráta

větráním :

$\Phi_{V,i} = 246 \text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V'_{inf,i} = 14.9 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$\epsilon_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 20.7 \text{ m}^3/\text{h} <= V_i = 14.9 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.4 \text{ 1/h}$

$V'_{i,v} = 20.7 \text{ m}^3/\text{h}$

Nucené větrání :

NE

$V'_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = - \text{ }^\circ\text{C}$

$V'_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V'_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$

$V'_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$

Tepelný příkon na zátop :

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

$f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{hi} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 716 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.09 - Ložnice

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_i = 19.20 \text{ m}^2$ $V_i = 56.45 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 19.20 \text{ m}^2$ $P = 8.97 \text{ m}$ $B = 4.28 \text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² k]	ΔU_{tb} [W/m ² k]	U _{kc} [W/m ² k]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² k]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	$\theta_{z,k}$ [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	8.97	3.33	29.89	1	3.00	26.89	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	5.3	184
OKNO2000X1500	-	2.00	1.50	3.00	-	-	3.00	0.720	0.40	1.120	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.4	118
SN1	195	8.99	3.33	29.95	1	1.58	28.37	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	5.45	3.52	19.20	-	-	19.20	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	2.3	80
STROP DO NEVY	0	5.45	3.52	19.20	-	-	19.20	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	1.5	52
Spolu :																	12.4	434

file:///C:/škola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předín.html

5/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 434 \text{ W}$ Tepelní mosty: 89.0 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 12.4 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 8.6 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 1.5 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 2.3 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V'_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_j$

$V'_{su,sum} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$

$V'_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 336 \text{ W}$

Objemový tok infilrací :

$V'_{inf,i} = 13.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$\epsilon_j = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 28.2 \text{ m}^3/\text{h} <= V'_i = 13.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.2 \text{ 1/h}$

Tepelný příkon na zátóp :

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

$f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 770 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.11 - WC

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ } ^\circ\text{C}$ $A_i = 2.53 \text{ m}^2$ $V_i = 7.44 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 2.53 \text{ m}^2$ $P = 1.24 \text{ m}$ $B = 4.08 \text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² k]	ΔU_{tb} [W/m ² k]	U _{kc} [W/m ² k]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² k]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	$\theta_{z,k}$ [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	0.93	3.33	3.10	-	-	3.10	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.6	22
S02	476	0.31	3.33	1.03	-	-	1.03	0.237	0.05	0.287	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.3	11
SN2	180	3.68	3.33	12.26	-	-	12.26	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	2.27	3.33	7.55	1	1.38	6.17	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD2-S2	0	2.30	1.10	2.53	-	-	2.53	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	0.3	11
STROP DO NEVY	0	2.30	1.10	2.53	-	-	2.53	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	0.2	7
Spolu :																	1.5	51

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 51 \text{ W}$ Tepelní mosty: 7.2 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 1.5 \text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 0.9 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 0.2 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 0.3 \text{ W/K}$ - přes zeminu

$V'_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_j$

$V'_{su,sum} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$

$V'_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 44 \text{ W}$

Objemový tok infilrací :

$V'_{inf,i} = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$

$\epsilon_j = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 3.7 \text{ m}^3/\text{h} <= V'_i = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.0 \text{ 1/h}$

Tepelný příkon na zátóp :

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$

$f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 95 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.12 - Hala

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 11.11 \text{ m}^2$ $V_i = 32.67 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 11.11 \text{ m}^2$ $P = 6.29 \text{ m}$ $B = 3.53 \text{ m}$

Tepeľné ztráty prechodem tepla p̄es konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	děĺka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
S01	476	6.29	3.33	20.96	1	5.00	15.96	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.1	109
OKNO 2000X2500	-	2.00	2.50	5.00	-	-	5.00	0.720	0.30	1.020	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	5.1	179
SN2	180	3.68	3.33	12.26	-	-	12.26	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	1.10	3.33	3.65	1	1.38	2.27	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	4.00	3.33	13.32	-	-	13.32	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD2-S2	0	4.00	3.54	11.11	-	-	11.11	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	1.3	47
STROP DO NEVY	0	4.00	3.54	11.11	-	-	11.11	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	0.9	31
Spolu :																	10.5	366

file:///C:/škola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předín.html

6/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

Projektovaná tepeľná ztráta p̄echodem tepla :

Φ_{T,i} = 366 W Tepelní mosty: 80.4 W

Měrná tepeľná ztráta p̄echodem tepla :

H_{T,i} = 10.5 W/K - celková

H_{T,ie} = 8.2 W/K - p̄ímı̄ do exteriéru

H_{T,iue} = 0.9 W/K - p̄es nevytápěný prostor

H_{T,ij} = 0.0 W/K - z/do vytápěných prostorů

H_{T,ig} = 1.3 W/K - p̄es zeminu

V_{inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ε_i

V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}

V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepeľná ztráta větráním :

Φ_{V,i} = 194 W

Objemový tok infiltrací :

V_{inf,i} = 7.8 m³/h

n₅₀ = 6.0 1/h

e_i = 0.0

ε_i = 1.0

V_{min} = 16.3 m³/h <= V_i = 7.8 m³/h

n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.2 1/h

Tepelný p̄íkron na zátop :

V_{i,v} = 16.3 m³/h

Nucené větrání :

NE

V_{su,i} = - m³/h

θ_{su} = - °C

V_{ex,i} = - m³/h

V_{mech,inf,i} = - m³/h

V_{su,sm} = - m³/h

Φ_{RH,i} = 0 W

f_{RH} = - W/m²

Tepelné zisky:

Φ_{HG,i} = 0 W

Projektovaný tepeľný p̄íkron :

Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{hi} + Φ_{RH,i} - Φ_{HG,i}

f_{hi} = 1.00 pro výšku > 5m

Φ_{HL,i} = 560 W

Výpočet místnosti: 1.13 - Chodba

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 7.03 \text{ m}^2$ $V_i = 20.68 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 7.03 \text{ m}^2$ $P = 0.00 \text{ m}$ $B = 0.00 \text{ m}$

Tepeľné ztráty p̄echodem tepla p̄es konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	děĺka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
SN2	180	3.82	3.33	12.72	1	1.58	11.14	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	1.30	3.33	4.33	1	1.38	2.95	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	1.35	3.33	4.50	-	-	4.50	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	3.52	3.33	11.71	1	1.38	10.33	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	1.68	3.33	5.60	1	1.58	4.02	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
S02	476	1.49	3.33	4.96	1	1.58	3.38	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	5.21	1.35	7.03	-	-	7.03	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	0.9	30
STROP DO NEVY	0	5.21	1.35	7.03	-	-	7.03	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	0.6	20
Spolu :																	1.4	50

Projektovaná tepeľná ztráta p̄echodem tepla :

Φ_{T,i} = 50 W Tepelní mosty: 0.0 W

Měrná tepeľná ztráta p̄echodem tepla :

H_{T,i} = 1.4 W/K - celková

H_{T,ie} = 0.0 W/K - p̄ímı̄ do exteriéru

H_{T,iue} = 0.6 W/K - p̄es nevytápěný prostor

H_{T,ij} = 0.0 W/K - z/do vytápěných prostorů

H_{T,ig} = 0.9 W/K - p̄es zeminu

V_{inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ε_i

V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}

V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepeľná ztráta větráním :

Φ_{V,i} = 123 W

Objemový tok infiltrací :

V_{inf,i} = 0.0 m³/h

n₅₀ = 6.0 1/h

e_i = 0.0

ε_i = 1.0

V_{min} = 10.3 m³/h <= V_i = 0.0 m³/h

n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.0 1/h

Tepelný p̄íkron na zátop :

V_{i,v} = 10.3 m³/h

Nucené větrání :

NE

V_{su,i} = - m³/h

θ_{su} = - °C

V_{ex,i} = - m³/h

V_{mech,inf,i} = - m³/h

V_{su,sm} = - m³/h

Φ_{RH,i} = 0 W

f_{RH} = - W/m²

Tepelné zisky:

Φ_{HG,i} = 0 W

Projektovaný tepeľný p̄íkron :

Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{hi} + Φ_{RH,i} - Φ_{HG,i}

f_{hi} = 1.00 pro výšku > 5m

Φ_{HL,i} = 173 W

Výpočet místnosti: 1.14 - Dětský pokoj

$\theta_{int,i} = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -15.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_i = 14.02\text{ m}^2$ $V_i = 41.21\text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 14.02\text{ m}^2$ $P = 6.91\text{ m}$ $B = 4.06\text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	6.91	3.33	23.01	1	3.00	20.01	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.9	137

file:///C:/skola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předín.html

7/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

OKNO2000X1500	-	2.00	1.50	3.00	-	-	3.00	0.720	0.40	1.120	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.4	118
S01	476	0.45	3.33	1.50	-	-	1.50	0.145	-	0.145	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	3.82	3.33	12.72	1	1.58	11.14	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVĚŘE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	4.00	3.82	14.02	-	-	14.02	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	1.7	59
STROP DO NEVY	0	4.00	3.82	14.02	-	-	14.02	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	1.1	38
SN1	195	2.11	3.33	7.01	-	-	7.01	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	0.41	3.33	1.35	-	-	1.35	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	2.07	3.33	6.89	-	-	6.89	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
Spolu :																	10.1	352

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 352\text{ W}$ Tepelní mosty: 77.0 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 10.1\text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 7.3\text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 1.1\text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0\text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 1.7\text{ W/K}$ - přes zeminu

$V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \epsilon_i$

$V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$

$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 245\text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V_{inf,i} = 9.9\text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0\text{ 1/h}$

$e_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 20.6\text{ m}^3/\text{h} \leq V_i = 9.9\text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5\text{ 1/h} \leq n = 0.2\text{ 1/h}$

Tepelný příkon na zátóp :

$\Phi_{RH,i} = 0\text{ W}$

$V_{i,v} = 20.6\text{ m}^3/\text{h}$

Nucené větrání :

NE

$f_{RH} = -\text{W}/\text{m}^2$

$V_{su,i} = -\text{m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = -\text{ }^{\circ}\text{C}$

$V_{ex,i} = -\text{m}^3/\text{h}$

$V_{mech,inf,i} = -\text{m}^3/\text{h}$

$V_{su,sm} = -\text{m}^3/\text{h}$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0\text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{hi} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 597\text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.15 - Dětský pokoj

$\theta_{int,i} = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -15.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_i = 14.14\text{ m}^2$ $V_i = 41.57\text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 14.14\text{ m}^2$ $P = 8.65\text{ m}$ $B = 3.27\text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U_k [W/m ² K]	ΔU_{tb} [W/m ² K]	U_{kc} [W/m ² K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m ² K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
S01	476	4.62	3.33	15.37	-	-	15.37	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.0	105
S01	476	4.03	3.33	13.42	1	3.00	10.42	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	2.1	72
OKNO2000X1500	-	2.00	1.50	3.00	-	-	3.00	0.720	0.40	1.120	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.4	118
SN1	195	2.07	3.33	6.89	-	-	6.89	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	2.11	3.33	7.01	-	-	7.01	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN1	195	0.41	3.33	1.35	-	-	1.35	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD1-S1	0	4.00	3.83	14.14	-	-	14.14	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	1.7	59
STROP DO NEVY	0	4.00	3.83	14.14	-	-	14.14	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	1.1	39
SN2	180	3.43	3.33	11.42	1	1.58	9.84	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVĚŘE VN 800	-	0.80	1.97	1.58	-	-	1.58	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
Spolu :																	11.2	393

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

$\Phi_{T,i} = 393\text{ W}$ Tepelní mosty: 87.1 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 11.2\text{ W/K}$ - celková

$H_{T,ie} = 8.4\text{ W/K}$ - přímo do exteriéru

$H_{T,iue} = 1.1\text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor

$H_{T,ij} = 0.0\text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů

$H_{T,ig} = 1.7\text{ W/K}$ - přes zeminu

$V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \epsilon_i$

$V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$

$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 247\text{ W}$

Objemový tok infiltrací :

$V_{inf,i} = 10.0\text{ m}^3/\text{h}$

$n_{50} = 6.0\text{ 1/h}$

$e_i = 0.0$

$\epsilon_i = 1.0$

$V_{min} = 20.8\text{ m}^3/\text{h} \leq V_i = 10.0\text{ m}^3/\text{h}$

$n_{min} = 0.5\text{ 1/h} \leq n = 0.2\text{ 1/h}$

Tepelný příkon na zátóp :

$\Phi_{RH,i} = 0\text{ W}$

$V_{i,v} = 20.8\text{ m}^3/\text{h}$

Nucené větrání :

NE

$f_{RH} = -\text{W}/\text{m}^2$

$V_{su,i} = -\text{m}^3/\text{h}$

$\theta_{su} = -\text{ }^{\circ}\text{C}$

$V_{ex,i} = -\text{m}^3/\text{h}$

$V_{mech,inf,i} = -\text{m}^3/\text{h}$

$V_{su,sm} = -\text{m}^3/\text{h}$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0\text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$

$\Phi_{HG,i}$

$f_{hi} = 1.00$ pro výšku > 5m

$\Phi_{HL,i} = 640\text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.16 - WC

P = 1.35 m B = 3.66 m

file:///C:/škola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předín.html

8/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

$\theta_{int,i} = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -15.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_i = 2.47\text{ m}^2$ $V_i = 7.26\text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 2.47\text{ m}^2$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
S01	476	1.35	3.33	4.50	1	0.75	3.75	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.7	26
OKNO 750X1000	-	0.75	1.00	0.75	-	-	0.75	0.720	0.50	1.220	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.9	33
SN2	180	2.08	3.33	6.93	-	-	6.93	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD2-S2	0	1.90	1.30	2.47	-	-	2.47	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	0.3	11
STROP DO NEVY	0	1.90	1.30	2.47	-	-	2.47	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	0.2	7
SN2	180	1.30	3.33	4.33	1	1.38	2.95	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
Spolu :																	2.2	77

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

Φ_{T,i} = 77 W Tepelní mosty: 19.7 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

H_{T,i} = 2.2 W/K - celková
H_{T,ie} = 1.7 W/K - přímo do exteriéru
H_{T,iue} = 0.2 W/K - přes nevytápěný prostor
H_{T,ij} = 0.0 W/K - z/do vytápěných prostorů
H_{T,ig} = 0.3 W/K - přes zeminu

V_{inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ε_i
V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}
V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

Φ_{V,i} = 43 W

Objemový tok infiltrací :

V_{inf,i} = 1.7 m³/h
n₅₀ = 6.0 1/h
e_i = 0.0
ε_i = 1.0

V_{min} = 3.6 m³/h <= V_i = 1.7 m³/h
n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.2 1/h

Tepelný příkon na zátop :

Φ_{RH,i} = 0 W

f_{RH} = - W/m²

Tepelné zisky:

Φ_{HG,i} = 0 W

Projektovaný tepelný příkon :

Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{ni} + Φ_{RH,i}

Φ_{HG,i}

f_{ni} = 1.00 pro výšku > 5m

Φ_{HL,i} = 120 W

Výpočet místnosti: 1.17 - Koupelna

$\theta_{int,i} = 24.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -15.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_i = 10.14\text{ m}^2$ $V_i = 29.81\text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 10.14\text{ m}^2$ $P = 6.73\text{ m}$ $B = 3.01\text{ m}$

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
S01	476	6.73	3.33	22.43	1	1.75	20.68	0.145	0.05	0.195	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	4.1	158
OKNO 1750X1000	-	1.75	1.00	1.75	-	-	1.75	0.720	0.50	1.220	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	2.2	84
SN1	195	2.86	3.33	9.51	-	-	9.51	1.074	-	1.074	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interiér	1.1	41
POD2-S2	0	3.54	2.87	10.14	-	-	10.14	0.177	-	0.000	1.00	0.170	24.0	3.1	20.9	Zemina	1.4	53
STROP DO NEVY	0	3.54	2.87	10.14	-	-	10.14	0.104	-	0.104	1.00	-	24.0	-6.0	30.0	Nevytápěný interiér	0.8	32
Spolu :																	9.4	368

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :

Φ_{T,i} = 368 W Tepelní mosty: 74.4 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

H_{T,i} = 9.4 W/K - celková
H_{T,ie} = 6.2 W/K - přímo do exteriéru
H_{T,iue} = 0.8 W/K - přes nevytápěný prostor
H_{T,ij} = 1.1 W/K - z/do vytápěných prostorů
H_{T,ig} = 1.4 W/K - přes zeminu

V_{inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ε_i
V_{su,sum} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}
V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

Φ_{V,i} = 198 W

Objemový tok infiltrací :

V_{inf,i} = 7.2 m³/h
n₅₀ = 6.0 1/h
e_i = 0.0
ε_i = 1.0

V_{min} = 14.9 m³/h <= V_i = 7.2 m³/h
n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.2 1/h

Tepelný příkon na zátop :

Φ_{RH,i} = 0 W

f_{RH} = - W/m²

Tepelné zisky:

Φ_{HG,i} = 0 W

Projektovaný tepelný příkon :

Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{ni} + Φ_{RH,i}

Φ_{HG,i}

f_{ni} = 1.00 pro výšku > 5m

Φ_{HL,i} = 566 W

Výpočet místnosti: 1.18 - Vedlejší místnosti

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.00 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.10 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 10.12 \text{ m}^2$ $V_i = 29.75 \text{ m}^3$ $f_{g1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_g = 10.12 \text{ m}^2$ $P = 3.52 \text{ m}$ $B = 5.75 \text{ m}$
 file:///C:/škola/VUT FAST/4.ROČNÍK/BAKALÁŘSKÁ PRÁCE-PŘEDÍN/Předín.html 9/10

12.05.22 23:57

Atcon systems

Teplotné ztráty prechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{ek} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
S01	476	3.52	3.33	11.71	1	2.70	9.01	0.145	0.05	0.195	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.8	62
DVERE VCHOD 2	-	1.20	2.25	2.70	-	-	2.70	0.500	0.40	0.900	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	2.5	86
S02	476	2.87	3.33	9.56	-	-	9.56	0.237	-	0.237	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
SN2	180	3.52	3.33	11.71	1	1.38	10.33	1.183	-	1.183	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE VN 700	-	0.70	1.97	1.38	-	-	1.38	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
POD2-S2	0	3.53	2.87	10.12	-	-	10.12	0.177	-	0.000	1.00	0.170	20.0	3.1	16.9	Zemina	1.2	43
STROP DO NEVY	0	3.53	2.87	10.12	-	-	10.12	0.104	-	0.104	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interiér	0.8	28
SN1	195	2.86	3.33	9.51	-	-	9.51	1.074	-	1.074	1.00	-	20.0	24.0	-4.0	Vytápěný interiér	-1.1	-40
Spolu :																	5.1	179

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
 $\Phi_{T,i} = 179 \text{ W}$ Tepelné mosty: 53.6 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :

$H_{T,i} = 5.1 \text{ W/K}$ - celková
 $H_{T,ie} = 4.2 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru
 $H_{T,iue} = 0.8 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor
 $H_{T,ij} = -1.1 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů
 $H_{T,ig} = 1.2 \text{ W/K}$ - přes zeminu
 $V'_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * \epsilon_i * \epsilon_i$
 $V'_{su,sum} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$
 $V_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$

Projektovaná tepelná ztráta větráním :

$\Phi_{V,i} = 177 \text{ W}$
 Objemový tok infiltrací :
 $V'_{inf,i} = 7.1 \text{ m}^3/\text{h}$
 $n_{50} = 6.0 \text{ 1/h}$
 $\epsilon_i = 0.0$
 $\epsilon_i = 1.0$
 $V_{min} = 14.9 \text{ m}^3/\text{h} <= V_i = 7.1 \text{ m}^3/\text{h}$
 $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} <= n = 0.2 \text{ 1/h}$

Tepelný příkon na zátop :

$\Phi_{RH,i} = 0 \text{ W}$
 $f_{RH} = - \text{ W/m}^2$

Tepelné zisky:

$\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$

Projektovaný tepelný příkon :

$\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i}$
 $\Phi_{HG,i}$
 $f_{h,i} = 1.00$ pro výšku > 5m

Φ_{HL,i} = 356 W

B.2.3 Projektovaný tepelný příkon pro celou budovu

Výpočet budovy

$\theta_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.1 \text{ }^\circ\text{C}$

č.m.	Účel místnosti	θ _{int,i} [°C]	A _i [m ²]	V _i [m ³]	ε _i [-]	V' _{inf,i} [m ³ /h]	V' _{su,i} [m ³ /h]	θ _{su} [°C]	V' _{ex,i} [m ³ /h]	V' _{mech,inf,i} [m ³ /h]	V' _{su,sm} [m ³ /h]	V' _i [m ³ /h]	n [1/h]	n _{min} [1/h]	V' _{min,i} [m ³ /h]	V' _{i,v} [m ³ /h]	Φ _{V,i} [W]	Φ _{T,i} [W]	f _{h,i} [-]	Φ _{RH,i} [W]	Φ _{HL,i} [W]
1.01	Zadveří	15.0	10.72	27.53	1.0	9.9	-	-	-	-	-	9.9	0.4	0.5	13.8	13.8	140	334	1	0	474
1.02	Satna	20.0	9.12	23.42	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	11.7	11.7	139	163	1	0	302
1.03	Obývací pokoj	20.0	57.65	147.99	1.0	53.3	-	-	-	-	-	53.3	0.4	0.5	74.0	74.0	881	1278	1	0	2159
1.04	Kuchyně	20.0	16.63	42.68	1.0	15.4	-	-	-	-	-	15.4	0.4	0.5	21.3	21.3	254	433	1	0	687
1.05	Satna	20.0	3.75	9.63	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	4.8	4.8	57	82	1	0	139
1.06	Chodba	20.0	4.77	14.03	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	7.0	7.0	83	33	1	0	116
1.07	Koupelna	24.0	6.34	18.65	1.0	4.5	-	-	-	-	-	4.5	0.2	0.5	9.3	9.3	124	372	1	0	496
1.08	Pokoj	20.0	14.07	41.35	1.0	14.9	-	-	-	-	-	14.9	0.4	0.5	20.7	20.7	246	470	1	0	716
1.09	Ložnice	20.0	19.20	56.45	1.0	13.5	-	-	-	-	-	13.5	0.2	0.5	28.2	28.2	336	434	1	0	770
1.11	WC	20.0	2.53	7.44	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	3.7	3.7	44	51	1	0	95
1.12	Hala	20.0	11.11	32.67	1.0	7.8	-	-	-	-	-	7.8	0.2	0.5	16.3	16.3	194	366	1	0	560
1.13	Chodba	20.0	7.03	20.68	1.0	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	10.3	10.3	123	50	1	0	173
1.14	Dětský pokoj	20.0	14.02	41.21	1.0	9.9	-	-	-	-	-	9.9	0.2	0.5	20.6	20.6	245	352	1	0	597
1.15	Dětský pokoj	20.0	14.14	41.57	1.0	10.0	-	-	-	-	-	10.0	0.2	0.5	20.8	20.8	247	393	1	0	640
1.16	WC	20.0	2.47	7.26	1.0	1.7	-	-	-	-	-	1.7	0.2	0.5	3.6	3.6	43	77	1	0	120
1.17	Koupelna	24.0	10.14	29.81	1.0	7.2	-	-	-	-	-	7.2	0.2	0.5	14.9	14.9	198	368	1	0	566
1.18	Vedlejší místnosti	20.0	10.12	29.75	1.0	7.1	-	-	-	-	-	7.1	0.2	0.5	14.9	14.9	177	179	1	0	356
Spolu:			213.82	592.11			0.00	0.00		0.00											

Φ_T - Součet tepelných ztrát přechodem tepla všech vytápěných prostorů (mimo tepla šířícího se uvnitř budovy - např. tepelné ztráty mezi jednotlivými byty)
 Φ_V - Tepelné ztráty větráním všech vytápěných prostorů ($\Sigma V_i = 0.5 * \Sigma V'_{inf,i} + \Sigma V'_{su,i} * f_{v,i} + \Sigma V'_{su,sm} * f_{v,sm} + \Sigma V'_{mech,inf,i}$)
 Φ_{RH} - Součet tepelných příkonů na zátop všech vytápěných prostorů potřebných na vyrovnání vlivu přerušovaného vytápění
 Φ_{HL} - Projektovaný tepelný příkon pro celou budovu

$\Phi_T = 5435 \text{ W}$

$\Phi_V = 3533 \text{ W}$

$\Phi_{RH} = 0 \text{ W}$

Φ_{HL} = 8968 W

hore

B.3 Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Rodinný dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Předín, Předín č.parcely:2558, 675 27
Katastrální území a katastrální číslo	K.ú. Předín, k.č. 734268
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Ing. Miroslava Ježková
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř.stavebník	Ing. Miroslava Ježková
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Heraltice, Heraltice 101, 675 21

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	894
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	843
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,94m ⁻¹
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	20 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	15 °C
Teplota půdního prostoru, těsná kritina bez tep. izolace	5 °C
Teplota země	5 °C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A [m ²]	U [W/(m ² K)]	b [-]	H _T [W/K]	A [m ²]	U [W/(m ² K)]	b [-]	H _T [W/K]
SO1-Stěna	310,00	0,30	1,00	93,00	310,00	0,145	1,00	44,95
STR2-střecha	120,00	0,45	1,00	54,00	120,00	0,177	1,00	21,24
Strop do nev	152,00	0,30	0,43	19,61	152,00	0,102	0,43	6,67
Podlaha	215,00	1,50	0,43	138,68	215,00	0,177	0,43	16,36
Okna	38,90	1,50	1,00	58,35	38,90	0,720	1,00	28,01
Dveře	7,80	1,50	1,00	11,70	7,80	0,500	1,00	3,90
Celkem:	843,70			375,33	843,7			121,13
Tepelné vazby:		2% z A		16,87		5% z A		42,19
Celková měrná ztráta prostupem tepla:				392,21				163,31

požadovaná hodnota:	$U_{em,rq} = \sum \frac{(U_{nj} * A * B)}{\sum A} =$	0,46
doporučená hodnota	$U_{em,rc} = U_{em,rq} * 0,75 =$	0,35
Průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em} = \sum \frac{(U_{nj} * A * B)}{\sum A} =$	0,19
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C	$\frac{U_{em}}{U_{em,rq}}$	0,42

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² ·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	$\leq 0,5$
B	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,8 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	$\geq 0,5$
C	$0,8 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	$\geq 0,8$
D	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	$\geq 1,0$
E	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	$\geq 1,5$
F	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nevhodná	$\geq 2,0$
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nevhodná	$\geq 2,5$

$$0,2 \leq 0,5 * 0,5$$

Klasifikace : A

Datum vystavení energetického štítku: 28 / 2 / 2022

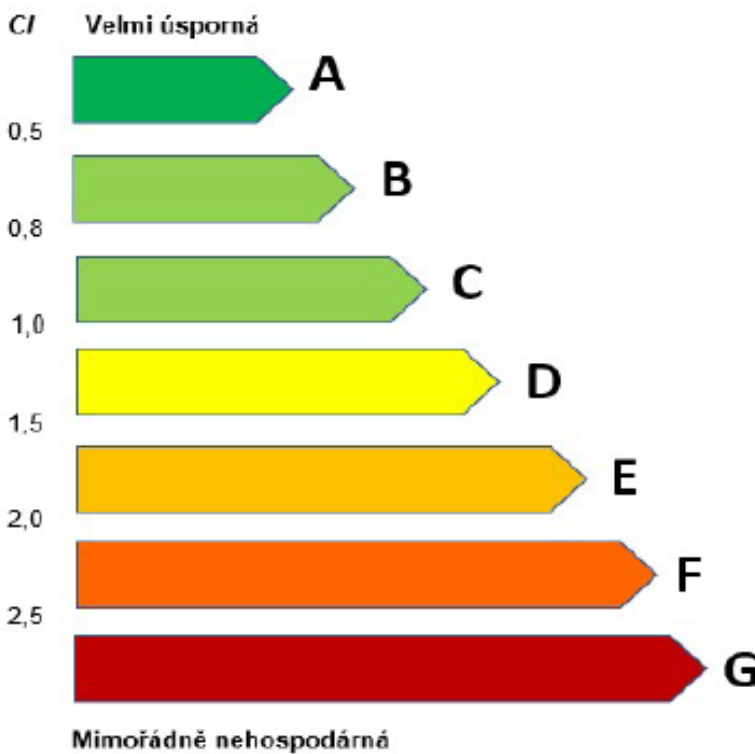

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Andrš Matěj

Adresa zpracovatele: Černotín 69, Černotín 753 68

Podpis:

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

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy: Rodinný dům Předín, Ing. Miroslava Ježková		Hodnocení obálky budovy				
Adresa budovy: Předín, Předín č.p.:2558						
Celková podlahová plocha $A_c = 297,41 \text{ m}^2$		stávající	doporučení			
 <p style="margin-left: 20px;">CI Velmi úsporná</p> <p style="margin-left: 20px;">0,5 A</p> <p style="margin-left: 20px;">0,8 B</p> <p style="margin-left: 20px;">1,0 C</p> <p style="margin-left: 20px;">1,5 D</p> <p style="margin-left: 20px;">2,0 E</p> <p style="margin-left: 20px;">2,5 F</p> <p style="margin-left: 20px;">Mimořádně neekonomická</p> <p style="margin-left: 20px;">G</p>						
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T / A$		0,19	0,35			
Požadovaná hodnota pr. úměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,rq}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$		0,46	0,46			
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}	0,23	0,37	0,46	0,70	0,93	1,16
Platnost štítku do: 28.02.2032						
Štítek vypracoval: Andrš Matěj						

B.4 Návrh otopných ploch

V objektu je navrženo podlahové vytápění. Podlahové vytápění bylo zvoleno z důvodu kombinace s tepelným čerpadlem, kdy bude využito nízkoteplotního spádu v potrubí (přívod otopné vody = 35 °C).

Podlahové vytápění je navrženo ve všech místnostech, kromě technické místnosti. Dům je rozdělen na dva rozdělovače a sběrače. První rozdělovač sběrač je o 10 okruzích a druhý rozdělovač sběrač je o 5 okruzích. Použité potrubí pro rozvedení podlahového vytápění bylo zvoleno Alpex-duo 16x2, které bude uloženo na systémové izolační desce.

Návrh a zaregulování průtokoměrů bylo navrženo v programu TechCON.

B.4.1 Návrh dimenzování podlahového vytápění

Použité systémy	PDL: Systémová izolační deska 1200x600mm (0,72m2); bílá - 9,36m2/13ks
Celková plocha k vytápění	173.20 [m ²]
Celková otopná plocha	173.17 [m ²]
Celková plocha okruhů	160.43 [m ²]
Celková plocha přípojek	12.74 [m ²]
Celková délka potrubí	1025.1 m
Výkon potřebný na vytápění	7292 [W]
Výkon podlahového vytápění	8926 [W]
Výkon otopných okruhů	8130 [W]
Výkon přípojek	796 [W]
Potřebný výkon pro podlahové vytápění	9160 [W]
Maximální tlaková ztráta okruhů	21144.45 [Pa]
Max. w	0.35 [m/s]
Celkový objemový průtok okruhů	1002.59 [kg/h]
Maximální přívodní teplota	35 [°C]
Objem vody v soustavě	117 [l]

Rozdělovače :

Rozdělovač číslo	Maximální počet okruhů	Počet připojených okruhů	Teplotný spád [K]	Max. tlaková ztráta [kPa]	Průtok [kg/h]	Rychlost [m/s]	Nastavení ventilu [-]
RZ 1 - 1. NP (10)	10	10	8.8	21.14	657.08	0.35	--
RZ 2 - 1. NP (5)	5	5	6.2	13.75	345.51	0.30	--

B.4.2 Bilance rozdělovačů

- Bilance rozdělovače a sběrače 1 (10 cestný)

Bilance rozdělovačů

Poschodí: 1. NP

Bilance rozdělovače RZ 1 - 1. NP (10) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň P-KLASIK 4 - 1"xEK; 10cestný; mosaz:

Zdroj : CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň P-KLASIK 4 - 1"xEK; 10cestný; mosaz Dispoziční tlak = 15.13 [kPa]

Přivodní teplota	35.0 [°C]
Teplota zpátečky	26.2 [°C]
Celkový objemový průtok rozdělovače	657.08 kg/h
Potřebný příkon rozdělovače	6688 [W]
Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač	15134 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy

Celková plocha okruhů	PDL: Systémová izolační deska 1200x600mm (0,72m2); bílá - 9,36m2/13ks
Celková délka potrubí	112.88 [m]
Celkový výkon otopných okruhů	709.5 [m]
Objem vody v otopných okruzích	5883 [W]
Maximální tlaková ztráta okruhů	80.2 [l]
Max. w	21.14 [kPa]
Teplota vratné vody z podlahového vytápění	0.35 [m/s]
Celkový objemový průtok podlahového vytápění	26.2 [°C]
	657.08 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔP _š [kPa]	Max. w [m/s]	Nast. ventilu
1.01 - Závěří	RZ 1 - 1. NP (10/1)	PZ 1	8.28	225	22	15	76.9	637	8.28	637	6.7	36.8	43.5	10.0	1.0	1.57	13.29	0.15	6.00
1.02 - Šatna	RZ 1 - 1. NP (10/2)	PZ 1	8.44	150	26	20	60.4	510	8.44	510	0.8	56.3	57.1	10.0	0.7	1.39	13.36	0.11	4.40
1.17 - Koupelna	RZ 1 - 1. NP (10/3)	PZ 1	8.87	150	29	24	57.8	513	8.87	513	41.9	59.1	101.0	4.2	2.4	21.14	0.00	0.35	16.00 Otv.
1.15 - Dětský pokoj	RZ 1 - 1. NP (10/4)	PZ 1	11.39	225	25	20	47.0	631	13.02	631	35.0	61.5	96.4	10.0	1.2	4.06	10.94	0.17	6.80
	RZ 1 - 1. NP (10/4)	+IZ 1	1.63	150	26		58.4	95											
1.14 - Dětský pokoj	RZ 1 - 1. NP (10/5)	PZ 1	11.27	225	25	20	47.0	647	12.88	647	28.1	71.6	99.7	10.0	1.2	4.42	10.17	0.18	7.00
	RZ 1 - 1. NP (10/5)	+IZ 1	1.61	75	27		72.8	117											
1.03 - Obývací pokoj	RZ 1 - 1. NP (10/6)	PZ 1	7.91	225	25	20	47.0	448	9.22	448	8.7	43.9	52.5	10.0	0.7	1.28	13.72	0.11	4.30
	RZ 1 - 1. NP (10/6)	+IZ 1	1.31	150	26		58.4	230											
1.03 - Obývací pokoj	RZ 1 - 1. NP (10/7)	PZ 2	10.23	225	25	20	47.0	558	11.55	558	3.9	54.2	58.2	10.0	0.8	1.60	12.99	0.12	4.90
	RZ 1 - 1. NP (10/7)	+IZ 2	1.31	150	26		58.4	77											
1.03 - Obývací pokoj	RZ 1 - 1. NP (10/8)	PZ 1	11.67	225	25	20	47.0	625	12.98	625	2.9	60.6	63.5	10.0	0.9	1.94	12.86	0.14	5.60
	RZ 1 - 1. NP (10/8)	+IZ 1	1.31	150	26		58.4	230											
1.03 - Obývací pokoj	RZ 1 - 1. NP (10/9)	PZ 1	13.12	225	25	20	47.0	694	14.44	694	6.6	67.1	73.7	10.0	1.1	2.70	12.21	0.16	6.40
	RZ 1 - 1. NP (10/9)	+IZ 1	1.31	150	26		58.4	230											
1.04 - Kuchyně	RZ 1 - 1. NP (10/10)	PZ 1	13.20	225	25	20	47.0	621	13.20	621	5.1	58.7	63.8	10.0	1.0	2.07	12.85	0.14	6.00

- **Bilance rozdělovače a sběrače 2 (5 cestný)**

Bilance rozdělovače RZ 2 - 1. NP (5) - CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň P-KLASIK 2 - 1"xEK; 5cestný; mosaz:

Zdroj : CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň P-KLASIK 2 - 1"xEK; 5cestný; mosaz Dispoziční tlak = 46.13 [kPa]

Přivodní teplota 35.0 [°C]
 Teplota zpátečky 28.8 [°C]
 Celkový objemový průtok rozdělovače 345.51 kg/h
 Potřebný příkon rozdělovače 2488 [W]
 Potřebný dispoziční tlak pro rozdělovač 46129 [Pa]

Podlahové vytápění:

Použité systémy PDL: Systémová izolační deska 1200x600mm (0,72m²); bílá - 9,36m²/13ks
 Celková plocha okruhů 47.55 [m²]
 Celková délka potrubí 315.6 [m]
 Celkový výkon otopných okruhů 2247 [W]
 Objem vody v otopných okruzích 35.7 [l]
 Maximální tlaková ztráta okruhů 13.75 [kPa]
 Max. w 0.30 [m/s]
 Teplota vratné vody z podlahového vytápění 28.8 [°C]
 Celkový objemový průtok podlahového vytápění 345.51 [kg/h]

Místnost	Okruh	Zóna	Plocha okruhu [m ²]	Roze- stup [mm]	Tepl. podl. [°C]	ti [°C]	Měrný výkon [W/m ²]	Výkon okruhu [W]	Celková plocha [m ²]	Qc Celkový výkon [W]	Délka přípojky [m]	Délka okruhu [m]	Celková délka potrubí [m]	Teplotný spád [K]	Průtok [l/min]	Tlaková ztráta [kPa]	ΔPš [kPa]	Max. w [m/s]	Nast. ventilu
1.12 - Hala	RZ 2 - 1. NP (5/1)	PZ 1	8.44	225	25	20	48.5	493	9.82	493	0.7	46.7	47.4	10.0	0.8	1.22	39.67	0.11	1.20
	RZ 2 - 1. NP (5/1)	+IZ 1	1.38	150	26		60.4	83											
1.09 - Ložnice	RZ 2 - 1. NP (5/2)	PZ 1	13.41	225	23	20	32.6	511	15.15	511	0.6	82.7	83.3	4.0	2.0	13.75	30.94	0.30	6.90
	RZ 2 - 1. NP (5/2)	+IZ 1	1.73	75	24		42.5	74											
1.06 - Chodba	RZ 2 - 1. NP (5/3)	PZ 1	3.37	225	25	20	47.0	158	3.37	158	13.5	15.0	28.4	10.0	0.3	0.23	4.99	0.04	1
	RZ 2 - 1. NP (5/4)	PZ 1	5.15	75	31	24	73.5	379	5.15	379	9.3	68.7	78.0	4.0	1.6	8.46	37.59	0.24	5.90
1.08 - Pokoj	RZ 2 - 1. NP (5/5)	PZ 1	10.18	225	25	20	47.0	706	14.07	706	7.3	71.1	78.4	10.0	1.1	2.94	38.71	0.16	3.80
	RZ 2 - 1. NP (5/5)	+IZ 1	3.89	150	26		58.4	227											

B.4.3 Tepelná bilance

Poschodí: 1. NP

Místnost	ti [°C]	Qm [W]	Qr [W]	Měrný výkon [W/m ²]	Qc [W]	Q okruhů [W]	Q přípojek [W]	Pokrytí [%]	Qdop [W]
1.01 - Zádveř	15	474	442	76.9	637	637	0	144	0
1.02 - Šatna	20	302	263	59.5	544	510	34	206	0
1.03 - Obývací pokoj	20	2159	1918	51.3	2961	2326	636	154	0
1.04 - Kuchyně	20	687	617	47.0	621	621	0	101	0
1.06 - Chodba	20	116	96	45.9	219	158	61	227	0
1.07 - Koupelna	24	496	463	73.5	379	379	0	82	84
1.08 - Pokoj	20	716	657	50.2	706	706	0	107	0
1.09 - Ložnice	20	770	690	33.8	511	511	0	74	178
1.12 - Hala	20	560	513	51.1	558	493	65	109	0
1.14 - Dětský pokoj	20	597	538	50.3	647	647	0	120	0
1.15 - Dětský pokoj	20	640	581	48.4	631	631	0	109	0
1.17 - Koupelna	24	566	513	57.8	513	513	0	100	0

B.4.4 Výpočet podlahového vytápění

Číslo okruhu	Krytina	Odchyška výkonu [W]	Pokrytí [%]	Zóna	tpřív [°C]	S [m ²]	f-celk [m]	L [mm]	tpdl [°C]	Δt [K]	Mh [kg/h]	w [m/s]	R ¹ +z [Pa]	ΔPš [Pa]	ΔPdif [Pa]	Nast. ventilu
Zdroj: CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň P-KLASIK 4 - 1"xEK; 10cestný; mosaz : H=15134 Pa; tpřív=35.0 °C																
RZ 1 - 1. NP (10) H=15134 Pa (tpřív=35.0 °C; ts=26.2 (dt=8.8); Q=6688 W; Mh=657.08 kg/h; dPmax=21144 Pa)																
1.01 - Závěří																
(ti=15 °C; Qr=442 W < Qvyk=637 W)		+194	144 %													
1	PDL: (R=0.001) Keramická dlažba			PZ 1	35.0	8.3	43.5	225	22.1	10.0	58.80	0.15	1568	13293	273	6.00
1.02 - Šatna																
(ti=20 °C; Qr=263 W < Qvyk=544 W)		+280	206 %													
2	PDL: (R=0.001) Keramická dlažba			PZ 1	35.0	8.4	57.1	150	25.7	10.0	44.70	0.11	1394	13356	385	4.40
1.17 - Koupelna																
(ti=24 °C; Qr=513 W = Qvyk=513 W)		0	100 %													
3	PDL: (R=0.001) Keramická dlažba			PZ 1	35.0	8.9	101.0	150	29.5	4.2	140.48	0.35	21144	0	-6010	16.00
1.15 - Dětský pokoj																
(ti=20 °C; Qr=581 W < Qvyk=631 W)		+49	109 %													
4	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	11.4	96.4	225	24.5	10.0	69.99	0.17	4063	10940	131	6.80
4				+IZ 1		1.6		150	25.5							
1.14 - Dětský pokoj																
(ti=20 °C; Qr=538 W < Qvyk=647 W)		+109	120 %													
5	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	11.3	99.7	225	24.5	10.0	71.55	0.18	4424	10165	545	7.00
5				+IZ 1		1.6		75	26.7							
1.03 - Obývací pokoj																
(ti=20 °C; Qr=1918 W < Qvyk=2961 W)		+1044	154 %													
6	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	7.9	52.5	225	24.5	10.0	44.17	0.11	1284	13720	130	4.30
6				+IZ 1		1.3		150	25.5							
7	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 2	35.0	10.2	58.2	225	24.5	10.0	49.59	0.12	1600	12987	547	4.90
7				+IZ 2		1.3		150	25.5							
8	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	11.7	63.5	225	24.5	10.0	54.87	0.14	1938	12858	338	5.60
8				+IZ 1		1.3		150	25.5							
9	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	13.1	73.7	225	24.5	10.0	65.10	0.16	2701	12214	219	6.40
9				+IZ 1		1.3		150	25.5							
1.04 - Kuchyně																
(ti=20 °C; Qr=617 W < Qvyk=621 W)		+4	101 %													
10	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	13.2	63.8	225	24.5	10.0	57.82	0.14	2071	12853	210	6.00
Zdroj: CS 553 VP - Sestava rozdělovač/sběrač - pro podlahové vytápění - skříň P-KLASIK 2 - 1"xEK; 5cestný; mosaz : H=46129 Pa; tpřív=35.0 °C																
RZ 2 - 1. NP (5) H=46129 Pa (tpřív=35.0 °C; ts=28.8 (dt=6.2); Q=2488 W; Mh=345.51 kg/h; dPmax=13750 Pa)																
1.12 - Hala																
(ti=20 °C; Qr=513 W < Qvyk=558 W)		+45	109 %													
1	PDL: (R=0.001) Keramická dlažba			PZ 1	35.0	8.4	47.4	225	24.7	10.0	45.24	0.11	1216	39668	5245	1.20
1				+IZ 1		1.4		150	25.7							
1.09 - Ložnice																
(ti=20 °C; Qr=690 W > Qvyk=511 W)		-178	74 %													
2	PDL: (R=0.130) Laminátová podlaha 7-8 mm + Podložka Starlon TOP 1,6 mm			PZ 1	35.0	13.4	83.3	225	23.3	4.0	121.15	0.30	13750	30943	1436	6.90
2				+IZ 1		1.7		75	24.1							
1.06 - Chodba																
(ti=20 °C; Qr=96 W < Qvyk=219 W)		+122	227 %													
3	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	3.4	28.4	225	24.5	10.0	15.59	0.04	230	4988	40911	1
1.07 - Koupelna																
(ti=24 °C; Qr=463 W > Qvyk=379 W)		-84	82 %													
4	PDL: (R=0.001) Keramická dlažba			PZ 1	35.0	5.2	78.0	75	30.8	4.0	97.53	0.24	8455	37589	85	5.90
1.08 - Pokoj																
(ti=20 °C; Qr=657 W < Qvyk=706 W)		+48	107 %													
5	PDL: (R=0.005) Linoleum 4mm			PZ 1	35.0	10.2	78.4	225	24.5	10.0	66.00	0.16	2942	38711	4477	3.80
5				+IZ 1		3.9		150	25.5							

B.5 Návrh zdroje tepla

Jako zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo IVAR Calibra 7 400V v provedení země – voda (zemní vrt), které bude napojeno na akumulární nádrž o velikosti 100 l (bude sloužit jako hydraulické oddělení soustavy). Provoz tepelného čerpadla je navržen jako paralelně bivalentní, díky elektrickému topnému tělesu, které je uvnitř jednotky tepelného čerpadla. Návrh tepelného čerpadla byl v programu THERMIA HPC 2.



Obrázek 17: Tepelné čerpadlo IVAR Calibra 7 400V [25]

B.5.1 Klimatická data

Klimatická data

Umístění: (49,1971N, 15,6781E)

Roční průměrná teplota 6,9 °C

Objekt: Předín-bakalářská práce

Vytápěná plocha 174 m²

Vnitřní teplota požadovaná / výpočtová 21,0 °C

Vnitřní tepelné zisky 3,0 °C

Venkovní výpočtová teplota VVT -14 °C

Otopná soustava Uživatelská

Teplota přívodu při VVT 35 °C

Teplota zpátečky při VVT 30 °C

Tepelná ztráta, výpočtová (kW) 8,9 kW

Energie pro přípravu TV

400 kWh

Doporučený objem zásobníku TV

180 l

Primární zdroj nízkopotenciálního tepla: Zemní vrt

Typ skalního podloží Jíl

Tepelná vodivost (lambda) 1,4 W/mK

Průměr zemního vrtu 115 mm

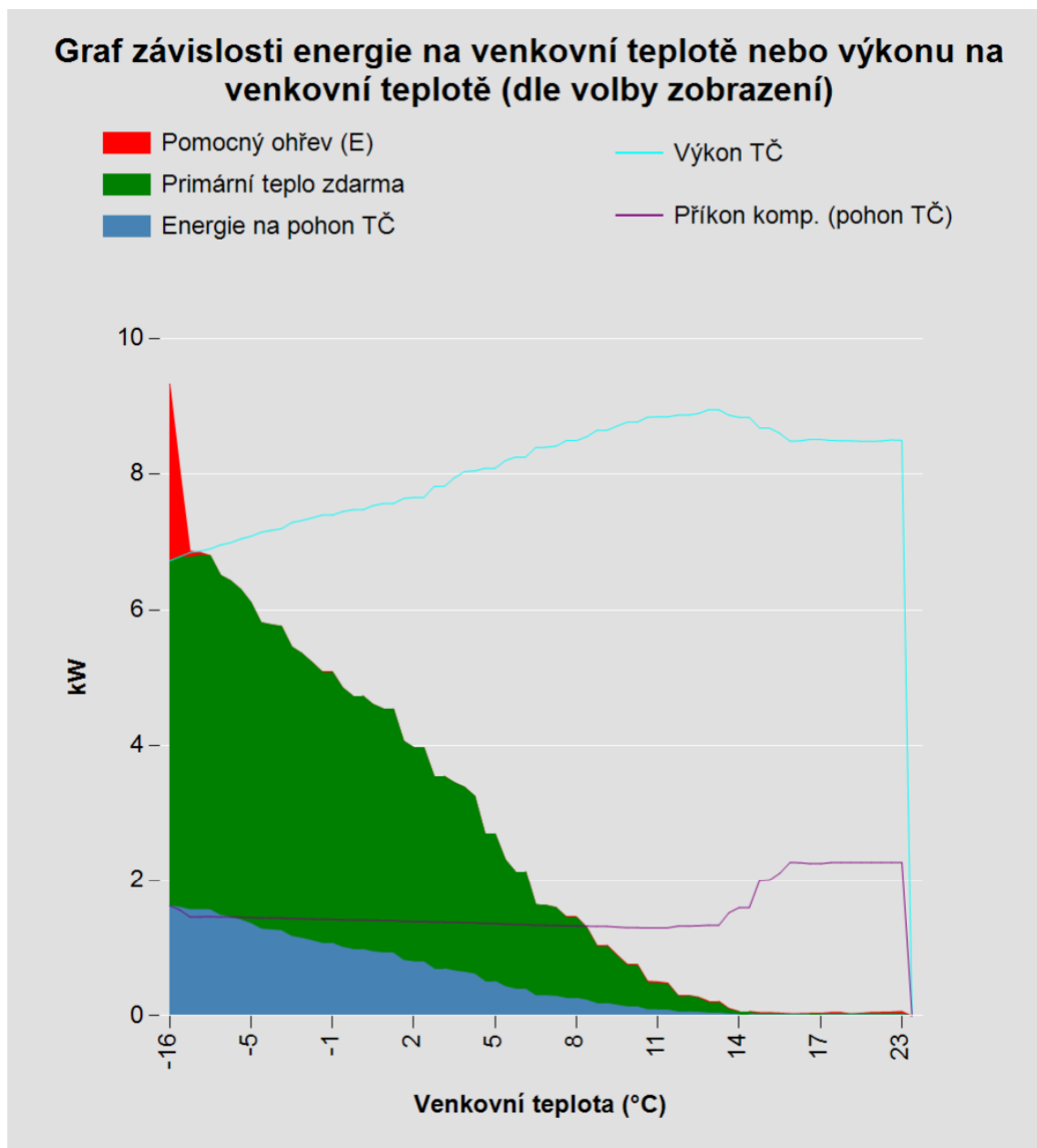
Maximální teplota nemrznoucí kapaliny 20,0 °C

Volby pro dimenzování: zadejte teplotu

Minimální teplota nemrznoucí kapaliny -4,0 °C

B.5.2 Výsledky návrhu

Dle programu THERMIA HPC 2 bylo navrženo tepelné čerpadlo IVAR Calibra 7 400V, kdy potřebný výkon na vytápění a ohřev vody je 8,9 kW. Výkon tepelného čerpadla je 6,7 kW, kdy elektrické topné těleso nám dodá zbylých 2,2 kW (výkon tělesa je 6 kW).

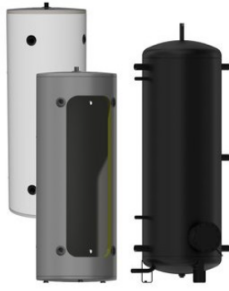


IVAR.HP CALIBRA (DUO)			CALIBRA 7 (DUO)	CALIBRA 12 (DUO)
Výkonový rozsah			1,5-7 kW ⁴	3 - 12 kW ⁴
Chladivo	Typ		R410A	R410A
	Množství ²	kg	0,95	1,4
	Zkušební tlak	MPa	4,5	4,5
Kompresor	Typ		Scroll	Scroll
	Olej		POE	POE
Elektrické údaje 3-N	Napájecí napětí	V	400	400
	Jmenovitý (max. pracovní) příkon, kompresor	kW	2,63	4,34
	Jmenovitý příkon, oběhová čerpadla	kW	0,12	0,28
	Výkon pomocného ohřevu, 3 stupně	kW	0/2/4/6	0/3/6/9
	Jistič (tepelné čerpadlo + pomocný ohřev) ³	A	13/13/13/16	10/13/20/25
Provozní parametry	SCOP Podlahové vytápění (35 °C) ⁵		5,77	5,8
	SCOP Radiátory (55 °C) ⁵		4,12	4,29
	COP ¹		4,65	4,75
Energetická třída - systém ⁸	Podlahové vytápění (35 °C), Radiátory (55 °C)		A+++	A+++
Energetická třída - produkt ⁹	Podlahové vytápění (35 °C), Radiátory (55 °C)		A+++	A+++
	Normál, Comfort / Ekonomy		A	A
Max./Min. teplot	Chladicí soustava	°C	20/-10	20/-10
	Otopná soustava	°C	65/20	65/20
Nemrzoucí kapalina ⁵			Roztok voda + ethanol -17 °C ± 2 °C	
Max/Min tlaky chladicího okruhu	Nízký tlak	MPa(g)	0,23	0,23
	Pracovní tlak	MPa(g)	4,15	4,15
	Vysoký tlak	MPa(g)	4,5	4,5
Hladina akustického výkonu ⁶	Calibra	dB(A)	28-42 ⁷	29-46 ⁷
	Calibra Duo	dB(A)	29-43 ⁷	30-48 ⁷
Výkonnost přípravy teplé vody ¹⁰	Objem teplé vody 40 °C	l	260	260
	COP přípravy teplé vody	l	2,7	2,7
Objem teplé vody	Calibra	l	184	184
	Calibra Duo	l	Volitelné	Volitelné
Hmotnost	Calibra, prázdné	kg	150	162
	Calibra, naplněné	kg	340	352
	Calibra Duo	kg	115	127
Rozměry (Š x H x V)	Calibra	mm	598x703x1863 ±10	598x703x1863 ±10
	Calibra Duo	mm	598x703x1450 ±10	598x703x1450 ±10

Obrázek 18: Technický list tepelného čerpadla IVAR Calibra [26]

B.5.3 Návrh akumulční nádrže

Akumulční nádrž bude zapojena paralelně a bude nám v objektu sloužit k optimalizaci chodu, kdy bude přednostní návrh teplé vody pro objekt. Akumulční nádrž nám také může prodloužit životnost kompresoru, jelikož nebude tak často spínat. Na navrhovanou otopnou soustavu by akumulční nádrž být nemusela, avšak je zde z důvodu místo HVDT.



NAD v1

Akumulační nádrže NAD jsou vyráběny s možností rozmístění jedné až tří přírub. Příruba s roztečí šroubů 210 mm se může použít pro montáž přírubové topné jednotky TPK. Na zakázku lze rozmístění nátrubků i jejich množství změnit. Ve standardním provedení je příruba zaslepena.

Akumulační nádrž je vhodná jako vyrovnávací zásobník k topným systémům s kotli na tuhá paliva.

NAD 50, 100 a 250 jsou dodávány s polyuretanovou izolací a plechovým lakovaným pláštěm.

NAD 500, 750, 1000 jsou dodávány bez izolace, izolace je dodávána na objednávku.

Typ NAD v1	50 v1	100 v1	250 v1	500 v1	750 v1	1000 v1	1500 v1	2000 v1
Objem topné vody v nádrži (l)	50	120	265	475	772	999	1507	2007
Průměr (mm)	524	584	584	600	750	850	1100	1100
Výška (mm)	561	807	1570	1970	2028	2040	1906	2436
Hmotnost (kg)	25 včetně izolace	41 včetně izolace	63 včetně izolace	85	109	126	204	247
Třída energetické účinnosti	B	B	C	C	C	C	C	C

Obrázek 19: Akumulační nádrž Dražice NAD 100v1 [27]

B.6 Návrh přípravy teplé vody

Teplá voda bude připravována v tepelném čerpadle. Vnitřní jednotka tepelného čerpadla má v sobě 180 l zásobník na teplou vodu, který dokáže ohřívat vodu až na 80 °C. Poté je teplá voda distribuována do rozvodů dle teploty, kterou si zvolí uživatel. Zvolenou teplotu teplé vody nám bude míchat třicestný míchací ventil uvnitř tepelného čerpadla. Ochranou proti opaření bude na výstupu teplé vody další třicestný ventil, který bude napojen na přívod studené vody. V rodinném domě bude bydlet čtyřčlenná rodina.

B.7 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel

Potrubí pro vnitřní rozvody otopné soustavy jsou navrhovány z mědi, kdy byly použity průměry potrubí:

CU 28 x 1,5

CU 22 x 1

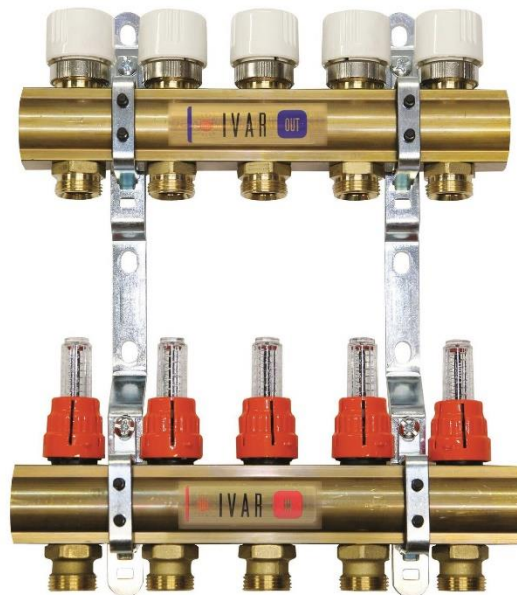
CU 18 x 1

Potrubí bude spojováno lisováním. Potrubí v zemi bude izolováno minerální izolací o průměru 13 mm. Návrh dimenze potrubí je stanoven metodou ekonomických rychlostí.

Celá otopná soustava je napojena na jednu společnou větev.

B.8 Regulace a připojení

Pro zaregulování jednotlivých okruhů podlahové vytápění nám slouží průtokoměry, které nám udávají daný průtok okruhem a dle návrhu nám rozdělují vodu rovnoměrně, aby se nestalo to, že by jeden okruh topil více a druhý méně.



Obrázek 20: Sestava rozdělovač/sběrač pro vytápění [28]

B.8.1 Dimenzování otopné soustavy

- Hlavní okruh

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ K R+S (5 okruhů)												
Teplotní rozdíl: Vstup 35°C, Zpátěčka 26°C ; $\Delta T = 10K$												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp [Pa]	R.I+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
1	2488	214	27,6	22x1	32	0,19	883	15,9	287	46129	47299	47299
2	8926	767	21,6	28x1,5	104	0,44	2246	26,0	2494	0	4740	52040

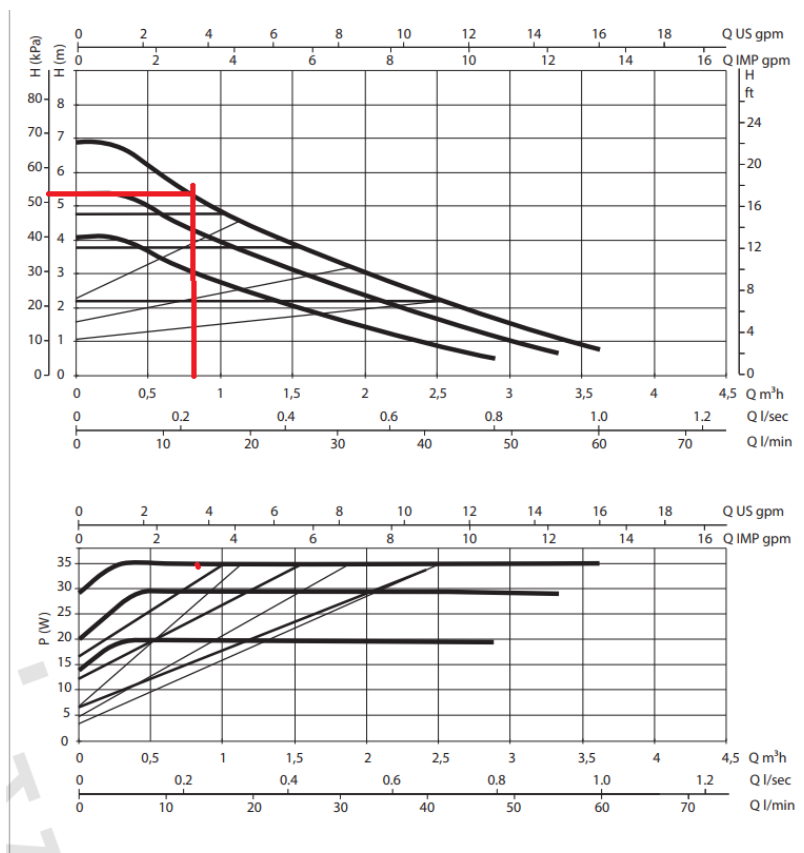
- Napojení na hlavní okruh

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ K R+S (10 okruhů)												
Teplotní rozdíl: Vstup 35°C, Zpátěčka 26°C ; $\Delta T = 9K$												
č. úseku	Q [W]	M [kg/h]	I [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.I [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp [Pa]	R.I+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
1	6688	575	4	28x1,5	68	0,34	272	10,7	626	0	898	898

B.8.2 Návrh oběhového čerpadla

- Hmotnostní průtok: 0,836 m³/hod
- Tlaková ztráta větve: 53 kPa

Na základě daných hodnot navrhuji oběhové čerpadlo DAB EVOSTA 2 40-70/130



Obrázek 21: Pracovní diagram DAB EVOSTA 2 40-70/130 [29]



V souladu s Evropskou směrnicí
ErP 2009/125/EC (dříve EuP) 2015

TECHNICKÁ DATA

Provozní rozsah: od 0,4 do 3,6 m³/h s výtlačnou výškou až do 6,9 m

Rozsah teploty kapaliny: od -10 °C do +110°C

Pracovní tlak: 10 bar (1000 kPa)

Stupeň krytí: IPX5

Třída izolace: F

Instalace: s horizontální osou hřídele motoru

Standardní napětí: jednofázové 1x230 V~ 50/60 Hz

Čerpaná kapalina: čistá, bez pevných částic či minerálních olejů, neviskozni, chemicky neutrální, vlastnostmi blízká vodě (max. koncentrace glykolu 30%)

Obrázek 22: DAB EVOSTA 2 [29]

B.9 Návrh zabezpečovacího zařízení

Každá otopná soustava musí mít zabezpečovací zařízení (prvky), které slouží jako ochrana např. proti přetopení, proti překročení maximálního dovoleného přetlaku výrobku atd. Bez těchto komponentů nemůže být otopná soustava uvedena do provozu. Navržená zařízení musí být v souladu s ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení.

B.9.1 Návrh expanzní nádoby

Pokud začneme ohřívat vodu v soustavě, tak nám začne voda zvyšovat svůj objem. K pokrytí tohoto jevu nám slouží expanzní nádoba, která má v sobě pružnou membránu, na kterou tlačí tlak námi zvolený (tlak vzduchu v EN = tlak v soustavě).

Návrh expanzní nádoby a pojistného zařízení pro větev 1

Objem vody v soustavě:

Objem vody v zařízeních		
Zařízení	Objem	celkem
	l	l
Podlahové topení	117	254
akumulační nádoba	120	
Potrubí: 22x1 (28 m)	6,44	
Potrubí: 28x1,5 (25,6 m)	10,5	

Vstupní údaje:

Maximální teplota v OS:	45 °C
Výška soustavy:	2 m
Výška manometrické roviny:	1 m
Pojistný výkon:	9 kW

Expanzní objem:


$$V = 1,3 \cdot V_{0,n} = 1,3 \cdot 0,254 \cdot 0,015 = 0,005 \text{ m}^3$$

Návrh objemu expanzního zařízení:

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_h + 100)}{p_h - p_d} = \frac{0,005 \cdot (300 + 100)}{300 - 100} = 0,011 \text{ m}^3 = 11 \text{ l}$$

Navrhuji expanzní nádobu REFLEX N 18.

8204301	Reflex Reflex N 18, membránová tlaková expanzní nádoba, šedá, 4/1.5 bar	18 l	4 bar	R 3/4"	308 mm
---------	---	------	-------	--------	--------



Obrázek 23: Návrh expanzní nádoby REFLEX N 18 [30]

Nevyšší povolený přetlak:

$$p_{h,dov} = p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g) = 350 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 330 \text{ kPa}$$

Volím tedy nejvyšší dovolený přetlak $p_h = 300 \text{ kPa}$

Nejnižší povolený přetlak:

$$P_{dov} > 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot q = 1,1 \cdot 2 \cdot 9,81 = 22 \text{ kPa}$$

Volím tedy nejnižší povolený přetlak $p_{dov} = 100 \text{ kPa}$

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 9^{0,5} = 11,80 \text{ mm} \Rightarrow \text{Potrubí CU 18x1}$$

Návrh pojistného ventilu:

V této části soustavy nebude pojistný ventil.

Návrh expanzní nádoby a pojistného zařízení pro větev mezi akumulací a zdrojem tepla:

Objem vody v soustavě:

Objem vody v zařízeních		
Zařízení	Objem	celkem
	l	l
Tepelné čerpadlo	5	28
akumulační nádoba	10	
Potrubí v AN	10	
Potrubí: 28x1,5 (8m)	3,3	

Vstupní údaje:

Maximální teplota v OS:	45 °C
Výška soustavy:	1 m
Výška manometrické roviny:	0,5 m
Pojistný výkon:	9 kW

Expanzní objem:

$$V = 1,3 \cdot V_{o.n} = 1,3 \cdot 0,028 \cdot 0,015 = 0,0006 \text{ m}^3$$

Návrh objemu expanzního zařízení:

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_h + 100)}{p_h - p_d} = \frac{0,0006 \cdot (300 + 100)}{300 - 100} = 0,002 \text{ m}^3 = 2 \text{ l}$$

Navrhuji expanzní nádobu REFLEX N 8.



8202501 Reflex Reflex N 8, membránová tlaková expanzní nádoba, šedá, 4/1.5 bar

8 l

4 bar

R 3/4"

272 mm

Obrázek 24: Návrh expanzní nádoby REFLEX N 8 [30]

Nevyšší povolený přetlak:

$$p_{h,dov} = p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g) = 350 - (0,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 345 \text{ kPa}$$

Volím tedy nejvyšší dovolený přetlak $p_h = 300 \text{ kPa}$

Nejnižší povolený přetlak:

$$P_{dov} > 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot q = 1,1 \cdot 1 \cdot 9,81 = 11 \text{ kPa}$$

Volím tedy nejnižší povolený přetlak $p_{dov}=100 \text{ kPa}$

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 9^{0,5} = 11,80 \text{ mm} \Rightarrow \text{Potrubí CU 18x1}$$

B.9.2 Návrh pojistného ventilu pro tepelné čerpadlo:

Nevyšší povolený přetlak:	300 kPa
Výtokový součinitel:	0,540
Otevírací přetlak:	300 kPa
Součinitel zvětšení sedla:	1,34

Minimální průřez sedla pojistného ventilu:

$$A_0 = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_v \cdot \sqrt{p_{ot}}} = \frac{2 \cdot 7}{0,540 \cdot \sqrt{300}} = 1,5 \text{ mm}^2$$

Průměr sedla ideálního a skutečného PV:

$$d_0 = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 1,38 = 1,85 \text{ mm}$$

$$d_i = 2 \sqrt{\frac{A_0}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{1,5}{\pi}} = 1,38 \text{ mm}$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí:

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{7} = 11,59 \text{ mm}$$

Navrhuji pojistný ventil DUCO 3 Bar, 1/2" x 1/2", nejmenší průtočný průřez 177 mm².
Jmenovitá světlost DN 15 mm.



Obrázek 25: Pojistný ventil DUCO [31]

B.10 Návrh ostatních zařízení soustavy

B.10.1 Izolace potrubí

Izolace potrubí byla navržena dle vyhlášky č. 19/2007 Sb. K návrh byl použit výpočetní software na stránce TZB info (viz obr. 33).

Veškeré potrubí bude izolováno izolací ARMAFLEX AC o tloušťce 32 mm. Expanzní potrubí nebude izolováno.



Obrázek 26: Izolace ARMAFLEX [32]

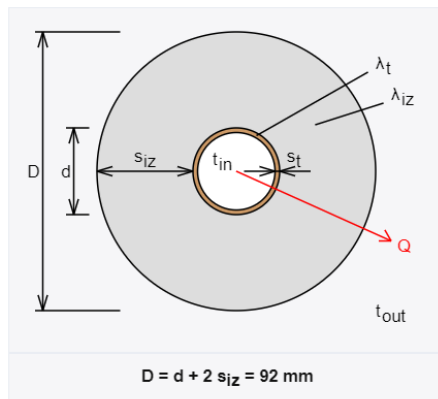
DN	Typ izolace	Sučinitel tepelné vodivosti izolace (W/mK)	Tloušťka izolace (mm)	Uo (W/mK)	Uo (193/2007) (W/mK)	Posouzení
22 x 1	ARMAFLEX AC	0,035	32	0,152	0,18	Vyhoví
28 x 1,5			32	0,174	0,18	Vyhoví

Izolace		
-- Vlastní hodnoty --		
Rozměry izolace		
Tloušťka	$s_{iz} =$	32 mm
Souč. tepelné vodivosti		
	$\lambda_{iz} =$	0.035 W / m K

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



Rozsah provozních teplot: není uveden



Potrubí		
Teplota média	$t_{in} =$	35 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	20 °C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh =$	55 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	11.1 °C
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e =$	10 W / m ² K
Délka potrubí		
	$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 $\Rightarrow U_{O,193/2007} = 0.18 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_O = 0.174 \leq 0.18 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlá'ky è. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20.9 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 13.2 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 2.6 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	80 %

Obrázek 27: Návrh izolace potrubí dle TZB-info [33]

B.10.2 Návrh 3-cestné armatury pro větev s rozdělovači a sběrači

Abychom zamezili tomu, že by do podlahové topení šla vyšší teplota, než je daná návrhem v projektu, navrhujeme do systému třicestnou míchací armaturu, která nám bude míchat projektem předepsanou teplotu. Navrhujeme tedy pro větev s rozdělovači a sběrači 3-cestný směšovací ventil ESBE VRG 131, který bude osazen servopohonem ESBE ARA 600 Proportional.

Rotační ventily

3-cestné směšovací ventily řada VRG 131 – vnitřní závit

obj. číslo	typ	připojení	DN (mm)	Kvs (m ³ /hod)
11600100	VRG 131	RP 1/2"	15	0,4
11600200	VRG 131	RP 1/2"	15	0,63
11600300	VRG 131	RP 1/2"	15	1
11600400	VRG 131	RP 1/2"	15	1,63
11600500	VRG 131	RP 1/2"	15	2,5
11600600	VRG 131	RP 1/2"	15	4
11600700	VRG 131	RP 3/4"	20	2,5
11600800	VRG 131	RP 3/4"	20	4
11600900	VRG 131	RP 3/4"	20	6,3
11601000	VRG 131	RP 1"	25	6,3
11601100	VRG 131	RP 1"	25	10
11601200	VRG 131	RP1 1/4"	32	16
11603400	VRG 131	RP1 1/2"	40	25
11603600	VRG 131	RP 2"	50	40

Ventily lze instalovat pro směšování (2 vstupy a 1 výstup) nebo rozdělování (1 vstup a 2 výstupy).



Obrázek 28: Návrh dle přehledu výrobku ESBE [34]

B.11 Roční spotřeba tepla a paliv

Výpočet roční spotřeby byl stanoven v programu Thermia HPC 2. Program vypočítal energetické nároky objektu na vytápění i na teplou vodu. V programu byl stanovený i výpočet úspor, který je v grafu závislosti energie na venkovní teplotě nebo na výkonu na venkovní teplotě.

B.11.1 Vstupní údaje:

Lokalita:	Předín
Nadmořská výška:	618 m. n. m
Venkovní výpočtová teplota:	-15v °C (v programu počítáno -16 °C)
Instalovaný výkon:	7kW
Počet topných dní v roce:	263

B.11.2 Výsledek výpočtu úspor

Výpočet úspor

Calibra 7 400V

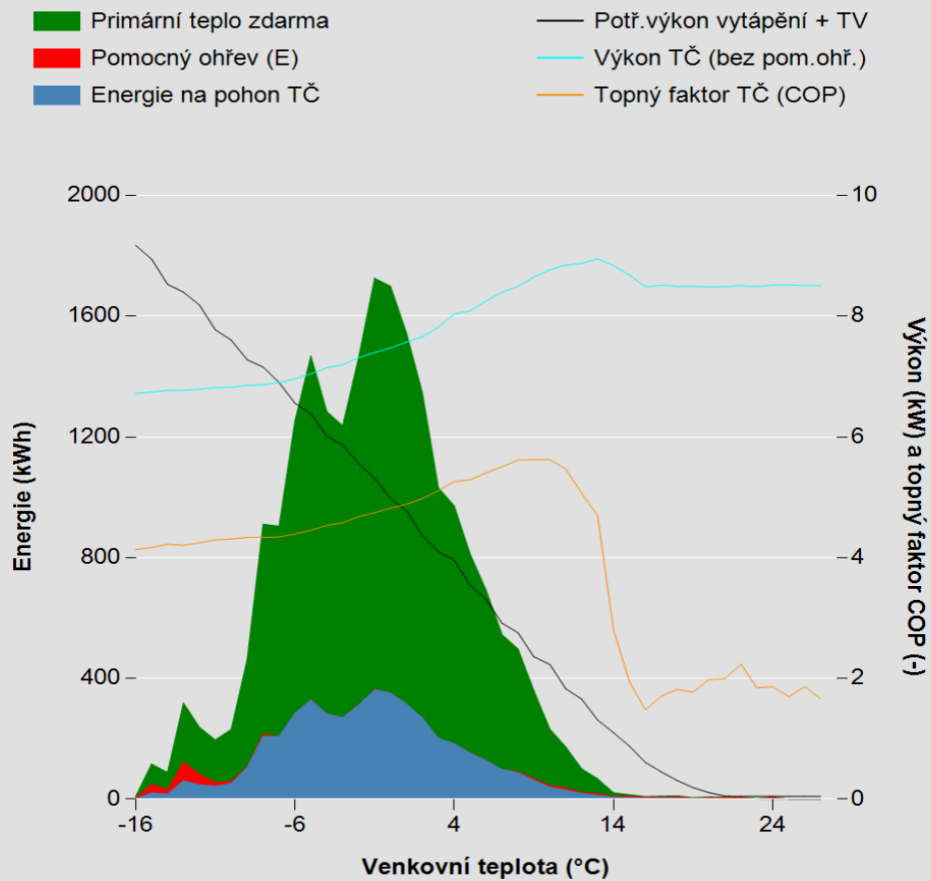
Předín-Bakalářská práce,



	Energie	Náklady
Energetické nároky objektu		
Vytápění	21 717 kWh / rok	
Teplá voda (TV)	400 kWh / rok	
Celkem	22 117 kWh / rok	
Energie spotřebovaná navrženým tepelným čerpadlem		
Vytápění	4 704 kWh / rok	11 875 Kč/rok
Teplá voda (TV)	140 kWh / rok	351 Kč/rok
Celkem	4 844 kWh / rok	12 226 Kč/rok
Úspory dosažené použitím daného tepelného čerpadla	17 273 kWh / rok	
<i>Roční topný faktor systému* = 4,57</i>		



Graf závislosti energie na venkovní teplotě nebo výkonu na venkovní teplotě (dle volby zobrazení)



C TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1 Celkové řešení

Projekt pro provedení stavby řeší teplovodní vytápění, návrh zdroje tepla a návrh ohřívače teplé vody v objektu pro bydlení o jednom nadzemním podlaží. Objekt je vytápěn pomocí podlahového topení, kdy zdroj tepla a ohřev teplé vody zajišťuje tepelné čerpadlo země-voda.

C.2 Vstupní údaje

Lokalita:	Předín
Nadmořská výška:	618 m.n.m.
Venkovní výpočtová teplota:	-15 °C
Průměrná venkovní teplota v topném období:	3 °C
Počet topných dní v roce:	224
Teplotní spád:	35/30 °C

Výpočtové teploty vnitřního vzduchu:

$t_i = 15 \text{ °C}$ – chodba

$t_i = 20 \text{ °C}$ – chodba, dětský pokoj, wc, vedlejší místnost, kuchyně, obývací pokoj, šatna

$t_i = 24 \text{ °C}$ – koupelna

C.3 Tepelné ztráty konstrukcí

Tepelné ztráty konstrukcí byly stanoveny v programu TechCON dle ČSN EN 12 831-1 Tepelný výkon pro vytápění. Všechny konstrukce splňují požadované hodnoty součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2:2011.

Celková tepelná ztráta objektu 8,9kw.

C.4 Potřeby tepla

Potřeba tepla byla stanovena v programu Thermia HPC 2. Pro daný objekt vychází potřebná energie celkem 17,273 MWh/rok.

Potřeba tepla pro vytápění:	4,704 MWh/rok
Potřeba tepla pro teplou vodu:	0,140 MWh/rok
Potřeba tepla celkem	17,273 MWh/rok

C.5 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo IVAR Calibra 7 400V typu země-voda. Topný výkon při B -5/W35 činí 5,9 kW při COP 3,7. Vnitřní jednotka je umístěna v technické místnosti. Na pozemku budou poté vyvrtány vrty, které budou závislé na návrhu gerotopa, který stanoví počty vrtů a jejich hloubky dle podloží. Ve větvi okruhu vrtů-vnitřní jednotka bude teplonosnou látkou nemrznoucí kapalina. Dle ČSN 07 0703 bude místnost, kde je umístěn zdroj tepla, klasifikována jako technická místnost, protože součtový výkon dvou instalovaných zdrojů tepla nepřekračuje 100 kW a zároveň výkon jednoho zdroje tepla nepřekračuje 50 kW.

Jako bivalentní zdroj je v tepelném čerpadle obsaženo elektrické topné těleso o výkonu 6 kW, které v případě potřeby dohřeje vodu.

Oběh mezi akumulací nádobou a tepelným čerpadlem je opatřen čerpadlem, které je obsaženo ve vnitřní jednotce tepelného čerpadla.

C.6 Akumulační nádrž

Topná soustava je napojena na akumulací nádrž o objemu 120 l, která zároveň slouží jako hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků. Objekt je zhotoven z keramických cihel, tím pádem je zajištěna dobrá tepelná setrvačnost objektu.

C.7 Ohřev teplé vody

Teplá voda je připravována ve vestavěném zásobníku o objemu 180 l, který je obsažen ve vnitřní jednotce tepelného čerpadla. Je zvolen přednostní ohřev teplé vody před otopnou vodou.

Do tepelného čerpadla se zásobníkem přivádíme pitnou studenou vodu, která se poté ohřeje na 55°C a dále ji distribuujeme do rozvodů teplé vody. Na výstupu teplé vody je třícestný termostatický ventil, který nám hlídá, aby do rozvodů teplé vody nešla teplá voda o teplotě více než 55 °C, kvůli ochraně lidí proti opaření.

C.8 Otopná soustava

Otopná soustava se skládá ze dvou rozdělovačů a sběračů, na které jsou napojeny okruhy s podlahovým vytápěním. Soustava je navržena jako dvoutrubková s nuceným oběhem. Nucený oběh je zajištěn oběhovým čerpadlem DAB EVOSTA 2/130. Veškeré rozvody jsou řešeny z polotvrdých měděných trubek. Veškeré spoje potrubí jsou lisovány. Teplotní roztažnost potrubí je zanedbatelná, proto není v projektu nijak řešena. Potrubí procházející přes zeď musí být řádně zaizolováno a nesmí se dotýkat stěn. Potrubí vedené po stěnách kotelny bude uchyceno na úchyty.

Propojení tepelného čerpadla a akumulární nádrže je pomocí měděného potrubí 28x1,5. Závitové a šroubované spoje (v okruhu, kde je teplotonosná látka voda), budou utěsněny buď na topenářské konopí (koudel) nebo na závitové těsnící vlákno Tangit. Veškeré potřebné armatury (kulové kohouty, vypouštěcí ventily, redukce, přechody, vsuvky atd.) budou mosazné. Kde je v systému použita nemrznoucí kapalina, bude zapotřebí použít speciální těsnící vlákno, které je určeno na závitové spoje tomu určené (nemrznoucí kapalina má vysokou vzlínavost, proto se může stát, že při použití nesprávného těsnícího vlákna budou spoje téct).

Celá otopná soustava bude vedena na jedné větvi z akumulární nádrže. Větev půjde pro rozdělovač sběrač:

- RZ 1 – 1.NP – 10 okruhový rozdělovač + sběrač pro podlahové topení
- RZ 2 – 1.NP – 5 okruhový rozdělovač + sběrač pro podlahové topení

C.9 Zabezpečovací zařízení

Za zdrojem tepla je navrhnutý pojistný ventil DUCO 1/2" x 1/2" 3bar, který je na přívodu do otopného systému. Za akumulární nádrží pojistný ventil není potřeba.

Dále je na okruhu ze zdroje do akumulární nádrže navržena expanzní nádoba s pružnou membránou REFLEX NG 8. Mezi akumulární nádrží a rozdělovači /sběrači je navržena expanzní nádoba s pružnou membránou REFLEX NG 18.

C.10 Doplnění systému a úprava vody

Úpravu vody zde neřešíme, protože je na pozemku studna se stálým přítokem, kde rozbor vody ve studně potvrdil její dobré minerální vlastnosti (adekvátní minerální složení a tvrdost vody).

Dopouštění vody do systému mezi zdrojem a akumulární nádrží bude pomocí zahradní hadice napojené na vypouštěcích ventilech. Hadice bude napojena na zahradní kohout za zpětnou klapkou na přívodu studené vody. Systém podlahového vytápění se napustí při prvním spuštění pomocí plnicích čerpadel (každý okruh zvlášť), kvůli možnému zavzdušnění. Poté se bude tento okruh doplňovat v technické místnosti připojením zahradní hadice na vypouštěcí ventily.

Po dopuštění systému topení se zahradní hadice sundá.

Pro dopouštění nemrznoucí kapaliny do okruhu vrtu slouží plnicí zařízení umístěné v kotelně.

C.11 Regulace a měření otopné soustavy

Otopná soustava bude řízena pomocí řídicí jednotky a vnějšího čidla, které nesmí být umístěno na místě, kde by bylo vystaveno přímému slunečnímu záření. Jednotlivé okruhy podlahového vytápění budou regulovány průtokoměry a nastavením ventilu, které jsou umístěny v rozdělovačích a sběračích.

C.14.2 Montážní zkouška podlahového topení a armatur

Zkouška těsnosti bude probíhat pomocí vzduchu, kdy se okruh podlahového topení a okruh mezi zdrojem tepla naplní vodou na nejvyšší dovolený přetlak 300 kPa a po 6 hodinách zkontrolujeme. Pokud nikde nedojde k poklesu tlaku, tak se veškerý vzduch vypustí ze soustavy a naplníme soustavu vodou na 100 kPa. Poté bude zkouška považována za splněnou.

C.14.3 Uvedení do provozu

Uvedení do provozu bude moci provádět jen osoba, která má kvalifikaci k této činnosti. Při uvedení do provozu bude přítomný investor objektu. Bude provedena topná zkouška, kdy se vyzkouší funkčnost podlahového topení pomocí termokamery. Provozovatel objektu bude obeznámen s obsluhou a s veškerým nastavením topného systému.

C.14.4 Obsluha a ovládání

Zařízení je určené k občasné obsluze pro jednu osobu. Tato osoba je obeznámena s bezpečnostními, provozními a technickými požadavky na jednotlivá zařízení. Tato osoba bude mít veškeré technické podklady k jednotlivým komponentům. Kontroluje se zde hlavně nastavení armatur, tlak v expanzní nádobě a nastavení požadovaných parametrů. Tyto věci by se měly kontrolovat minimálně jednou za rok zodpovědnou osobou. Důležité je také kontrolovat a čistit filtry.

C.15 Ochrana zdraví a životního prostředí

C.15.1 Vliv na životní prostředí

Instalace a následný provoz systému nemá žádný negativní dopad na životní prostředí.

C.15.2 Nakládání s odpady

Při instalaci a provozu zařízení je nutné plnit požadavky na nakládání s odpady podle zákona č. 541/2020 Sb.

C.16 Bezpečnost

C.16.1 Bezpečnost při realizaci díla

Zhotovitel je ze zákona č. 262/2006 Sb. ve znění nejnovějšího předpisu a vyhlášky č. 601/2006 sb. dbát zřetel na bezpečnost při realizaci.

C.16.2 Bezpečnost při provozu a užívání

Zařízení mohou obsluhovat pouze zaškolené a způsobilé osoby. Při servisních a obslužných úkonech je nutné dodržovat návody a předpisy stanovené výrobcem, které jsou uvedeny v technických podkladech každého zařízení. Zhotovitel je povinný předat tyto podklady osobě obsluhující tato zařízení.

C.17 Požární bezpečnost

Montáž a následný provoz splňují požadavky ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení.

C.18 Návaznost a požadavky na ostatní profese

C.18.1 Elektroinstalace

Dle technických listů výrobců zajistíme požadované elektrické připojení k síti.

C.18.2 Zdravotechnika

Pro přípravu teplé vody musí být nachystáno potrubí studené vody o předepsané dimenzi v technické místnosti pro napojení do tepelného čerpadla. V technické místnosti musí být nachystány vývody odpadů na napojení pojistných ventilů a podlahová vpust'. Z pojistného ventilu z okruhu pro nemrznoucí kapalinu bude potrubí svedeno do samostatné nádoby.

C.18.3 Stavební práce

Jedná se o zajištění spolupráce v technologických etapách, kdy je třeba vykonat zemní práce pro vedení potrubí k hlubinnému vrtu a poté do interiéru.

C.19 Měření a regulace

Tato část bude řešena samostatným projektem, který bude navazovat na projekt elektro a vytápění.

C.20 Seznam použitých norem a předpisů

- Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech
- Vyhláška č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov
- ČSN EN 12831-1 – Energetická náročnost budov – Část 1: Teplený výkon pro vytápění
- ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 – Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 – Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN EN 12 831-3 – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 15450 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly
- ČSN EN 12828+A1 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN EN 12 170 – Tepelné soustavy v budovách – Návod pro provoz, obsluhu, údržbu a užívání
- ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

D Zdroje

Literární zdroje:

[L1] *KARLÍK* Robert, Tepelné čerpadlo pro váš dům, první vydání GradaPublishing, a.s.ISBN 978-80-247-6803-8

Elektronické zdroje:

[1] O vzniku tepelného čerpadla [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://hotenergy.cz/tepelna-cerpadla/o-vzniku-tepelneho-cerpadla/>

[2] Technická zařízení [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.drevostavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/technicka-zarizeni/3557-strucna-historie-tepelnych-cerpadel-technologie-vznikla-v-cesku>

[3] Princip tepelného čerpadla [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://kpv.webnode.cz/princip-funkce-tepelneho-cerpadla/>

[4] Princip tepelného čerpadla [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.tepelna-cerpadla-mach.cz/tepelna-cerpadla-pro-rodinne-domy/princip-tepelneho-cerpadla.php>

[5] Tepelné čerpadlo-princip [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/tepelne-cerpadlo-princip.html>

[6] Základní rozdělení tepelných čerpadel [online]. 2022 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zakladni-rozdeleni-tepelnych-cerpadel>

[7] Princip funkce tepelného čerpadla [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.alpha-innotec.cz/clanky/jak-funguje-tepelne-cerpadlo/>

[8] Proč zvolit tepelné čerpadlo vzduch - voda [online]. PZP HEATING, 2007 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/4406-proc-zvolit-tepelne-cerpadlo-vzduch-voda>

[9] Tepelné čerpadlo LG monoblok S [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.tepelnacerpadla1g.cz/tepelne-cerpadlo-lg-monoblok>

[10] Vzduch/voda - venkovní vzduch [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda>

- [11] Země/voda - plocha [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-plocha>
- [12] Země/voda - vrt [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-vrt>
- [13] KAPOUN, Michal. Co je to tepelné čerpadlo - základní části, druhy [online]. 2015 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12629-co-je-to-tepelne-cerpadlo-zakladni-casti-druhy>
- [14] Voda/voda (studny) [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-voda-voda-studny>
- [15] Vzduch/vzduch [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch?gclid=CjwKCAjwve2TBhByEiwAaktM1O3VbLD0crXmpM4EdI8PVjkEXVna3toM-s3kdwAbv5VSuHD3FqyADBoC6TMQAvD_BwE
- [16] Tepelná čerpadla vzduch-vzduch [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.m-klima.cz/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch/>
- [17] Tepelné čerpadlo země voda [online]. 28.5.2021 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.tcmach.cz/index.php/blog-tcmach/24-tepelne-cerpadlo-zeme-voda>
- [18] Zemní plošný kolektor a jeho instalace [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.gerotop.cz/instalace-plosneho-kolektoru>
- [19] ČÍŽEK, Petr. Základní vlastnosti vrtů pro tepelná čerpadla [online]. 5.11.2012 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/9245-zakladni-vlastnosti-vrtu-pro-tepelna-cerpadla>
- [20] 5. Vrty pro tepelná čerpadla [online]. [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/techhldob/hlubinnevrtani/vrtani/vrtyTepelnaCerpadla.html>
- [21] BŘEZINOVÁ, Jana. Topný faktor u tepelného čerpadla: Co potřebujete vědět? [online]. 2020 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/topny-faktor-u-tepelneho-cerpadla-co-potrebujete-vedet>
- [22] MATUŠKA, Tomáš. Parametry pro hodnocení efektivity tepelných čerpadel: COP a SCOP [online]. UCEEB ČVUT, 2015 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z:

<https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13196-parametry-pro-hodnoceni-efektivit-tepelnych-cerpadel-cop-a-scop>

[23] HONZÍK, Jiří. Dimenzování tepelného čerpadla vzduch-voda, bivalentní/záložní zdroj [online]. 2015 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/7995-dimenzovani-tepelneho-cerpadla-vzduch-voda-bivalentni-zalozni-zdroj>

[24] KRAINER, Robert. Dimenzování tepelného čerpadla vzduch-voda, bivalentní/záložní zdroj [online]. 2015 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12401-postup-pri-navrhu-tepelnych-cerpadel>

[25] TEPELNÉ ČERPADLO IVAR.HP CALIBRA DUO ZEMĚ/VODA [online]. 2015 [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/tepelna-technika/tepelne-cerpadlo-ivar-hp-calibra-duo-zeme-voda-p142276/>

[26] Technický list Calibra [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.ivarcs.cz/storage/Folder_File/68001-70000/68076-file-CSTL-IVAR.HP-CALIBRA.pdf

[27] AKUMULAČNÍ NÁDRŽE NAD, NADS A UKV [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/akumulacni-nadrze/bez-pripravy-tuv#typy>

[28] SESTAVA ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ - BEZ SKŘÍNĚ [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapani-ivartrio/sestava-rozdelovac-sberac-bez-skrine-p140696/>

[29] 60187311_NEW EVOSTA 2-3_2018_TS_CZ.pdf [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.ivarcs.cz/storage/Folder_File/78001-80000/78461-file-CSTL-EVOSTA-2-3-san.pdf

[30] Reflex N [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: https://www.reflex-winkelmann.com/cz/produkty/reflex_products/Reflex_N/

[31] Ventily pojistné a směšovací [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.esl.cz/www/upload/products/documents/20180425121703174.pdf>

[32] Armaflex AC 25×22 [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.izolace-zatepleni.eu/produkt/armaflex-ac-25x22/>

[33] Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubu-s-izolaci>

[34] PŘEHLED PRODUKTŮ [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.esbe.cz/assets/Uploads/Productlist-price/01-rotacni-ventily.pdf>

E Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Princip a funkce tepelného čerpadla [4]	18
Obrázek 2: Tepelné čerpadlo vzduch – voda, splitové provedení [8].....	20
Obrázek 3: Tepelné čerpadlo vzduch – voda, monoblok [9]	21
Obrázek 5: Plošný zemní kolektor [11].....	22
Obrázek 4: Hloubkový vrt [12].....	22
Obrázek 6: Uložení potrubí v zemi [17].....	23
Obrázek 7: Půdorysné uspořádání výměňkových kanálů BHE [19].....	24
Obrázek 8: Schématické znázornění jednotlivých dílů ve hlubinném vrtu [20].....	25
Obrázek 9: Tepelné čerpadlo voda – voda [14]	26
Obrázek 10: Tepelné čerpadlo vzduch – vzduch [15].....	27
Obrázek 11: Zkušební podmínky tepelných čerpadel dle ČSN EN 14511-1 [22]...	29
Obrázek 12: Minimální topné faktory tepelných čerpadel [22].....	29
Obrázek 13: Monovalentní provoz TČ [24].....	32
Obrázek 14: Paralelně bivalentní provoz TČ [24]	32
Obrázek 15: Alternativně bivalentní provoz TČ [24]	33
Obrázek 16: Bivalentně částečně paralelní provoz [24].....	33
Obrázek 17: Tepelné čerpadlo IVAR Calibra 7 400V [25]	62
Obrázek 18: Technický list tepelného čerpadla IVAR Calibra [26]	64
Obrázek 19: Akumulační nádrž Dražice NAD 100v1 [27].....	65
Obrázek 20: Sestava rozdělovač/sběrač pro vytápění [28]	66
Obrázek 21: Pracovní diagram DAB EVOSTA 2 40-70/130 [29].....	67
Obrázek 22: DAB EVOSTA 2 [29]	68
Obrázek 23: Návrh expanzní nádoby REFLEX N 18 [30]	70
Obrázek 24: Návrh expanzní nádoby REFLEX N 8 [30]	71

Obrázek 25: Pojistný ventil DUCO [31]	73
Obrázek 26: Izolace ARMAFLEX [32]	74
Obrázek 27: Návrh izolace potrubí dle TZB-info [33]	75
Obrázek 28: Návrh dle přehledu výrobku ESBE [34].....	76

F Seznam příloh

V01 – Půdorys 1.NP - podlahové vytápění

V02 – Půdorys 1.NP - Vedení rozvodů topení v podlaze + půdorys tech. místnosti

V03 – Schéma zapojení zdroje tepla

V04 – Schéma zapojení R + S podlahového vytápění