



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

FAKULTA STAVEBNÍ

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

AKUMULACE TEPLA A CHLADU NA BÁZI PCM

A PRBACHELOR'S THESIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTHOR

AUTOR PRÁCE

Lukáš Němec

SUPERVISOR

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. ONDŘEJ ŠIKULA, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Lukáš Němec
Název	Akumulace tepla a chladu na bázi PCM
Vedoucí práce	doc. Ing. Ondřej Šikula, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

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

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

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu
 - B. Výpočtová část
analýza objektu – energetická zařízení zpracovaná v tématech:
tepelné bilance, průtoky, tlakové poměry, dimenzování.
 - C. Projekt – půdorysy + řezy (řešené místnosti) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy - výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

V první části bakalářské práce se budu zabývat akumulací tepla a chladu pomocí materiálů s fázovou změnou a také návrhem PCM akumulčního zásobníku. Cílem mého snažení je navrhnout nejideálnější rozestup trubiček v daném zásobníku, tak aby dosáhl co největší tepelné kapacity. Simulační experimenty jsem prováděl v programu CalA 4.0. Druhá část je výpočtová, kde se věnuji návrhu vytápění v penzionu. Vytápění řeším pomocí tepelného čerpadla vzduch- voda. Pro ohřev teplé vody jsem navrhl solární kolektory. Poslední a třetí část je projektová, která obsahuje projektovou dokumentaci společně s technickou zprávou.

KLÍČOVÁ SLOVA

Součinitel prostupu tepla, tepelná ztráta, průkaz energetické náročnosti budov, podlahové vytápění, příprava teplé vody, solární kolektory, tepelné čerpadlo, akumulční zásobník PCM, zabezpečovací zařízení, penzion.

ABSTRACT

In the first part of the bachelor thesis I will deal with the accumulation of heat and cold using materials with phase change and also the design of a PCM storage tank. The aim of my effort is to design the most ideal spacing of tubes in a given tank, so as to achieve the greatest possible heat capacity. I performed simulation experiments in CalA 4.0. The second part is computational, where I focus on the design of heating in the pension. I solve heating with an air-to-water heat pump. I designed solar collectors for hot water heating. The last and third part is the project, which contains the project documentation together with the technical report.

KEY WORDS

Heat transfer coefficient, heat loss, certificate of energy performance of buildings, underfloor heating, hot water preparation, solar collectors, heat pump, storage tank PCM, security equipment, guest house.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem Akumulace tepla a chladu na bázi PCM je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 3. 5. 2020

Lukáš Němec
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Akumulace tepla a chladu na bázi PCM zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 3. 5. 2020

Lukáš Němec
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Ondřeji Šikulovi Ph.D. za ochotu, trpělivost, připomínky a cenné rady během studia. Dále chci poděkovat své rodině a přítelkyni, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia.

1.	ÚVOD	12
A.	TEORETICKÁ ČÁST	13
A.1	ÚVOD TEORETICKÉ ČÁSTI	14
A.2	PHASE CHANGE MATERIAL	14
A.2.1	UPLATNĚNÍ PCM	14
A.2.2	KRITÉRIA MATERIÁLŮ PRO AKUMULACI	15
A.3	ROZDĚLENÍ PCM	15
A.3.1	PCM ORGANICKÉHO PŮVODU	16
A.3.1.1	SLOUČENINY S PARAFÍNY	16
A.3.1.2	SLOUČENINY BEZ PARAFÍNŮ	17
A.3.1.3	MASTNÉ KYSELINY	17
A.3.1.4	CUKERENÉ ALKOHOLY	18
A.3.1.5	POLYETHYLEN GLYKOLY	18
A.3.2	PCM ANORGANICKÉHO PŮVODU	19
A.3.2.1	HYDRÁTY SOLI	19
A.3.2.2	KOVY	20
A.3.3	EUTEKTICKÉ PCM	20
A.4	FÁZOVÁ PŘEMĚNA	21
A.4.1	LATENTNÍ TEPLA	22
A.4.1.1	TYPY LATENTNÍCH TEPEL	22
A.4.2	ZPŮSOBY AKUMULACE TEPELNÉ ENERGIE	23
A.4.2.1	AKUMULACE CITELNÉHO TEPLA	23
A.4.2.2	AKUMULACE LATENTNÍHO TEPLA	23
A.4.2.3	AKUMULACE TEPLA SORPCÍ VODNÍ PÁRY V HYGROSKOPICKÝCH LÁTKÁCH	25
A.4.2.4	CHEMICKÁ ABSORPCE VODNÍ PÁRY	26
A.5	REŠERŠE ZE SVOČ 2019-NÁVRH AKUMULAČNÍHO ZÁSOBNÍKU	27
A.5.1	KONCEPCE NÁVRHU	27
A.5.2	POUŽITÉ PCM	27
A.5.3	ROZMĚRY ZÁSOBNÍKU A NAVRŽENÉ VÝSEKY	28
A.5.4	SIMULAČNÍ PROGRAM CALA 4.0	29
A.5.4.1	VSTUPNÍ HODNOTY CALA 4.0	29

A.5.4.2	NASTAVENÍ VÝPOČTU	30
A.5.4.3	VÝSTUPY Z PROGRAMU CALA 4.0	31
A.5.4.4	POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ.....	32
A.5.4.5	POROVNÁNÍ VŠECH VARIANT VÝSEKŮ	32
A.5.5	ZÁVĚR	33
B.	VÝPOČTOVÁ ČÁST	35
B.1	ANALÝZA OBJEKTU	36
B.2	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA	37
B.2.1	POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY	37
B.2.2	VÝPOČET A POSOUZENÍ SKLADEB STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ	38
B.3	ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	44
B.4	VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU	48
B.4.1	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁTA	48
B.4.2	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ	49
B.4.3	PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT VŠECH MÍSTNOSTÍ	73
B.5	POUŽITÉ ZPŮSOBY VYTÁPĚNÍ	74
B.5.1	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ.....	74
B.5.1.1	REGULACE TOPNÝCH OKRUHŮ.....	76
B.5.2	DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA KORADO RADIK VK	76
B.5.2.1	ARMATURY PRO PŘIPOJENÍ DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES..	78
B.5.3	PODLAHOVÉ KONVEKTORY	79
B.5.3.1	PODLAHOVÝ KONVEKTOR- KORAFLEX FV	79
B.5.3.2	PODLAHOVÝ KONVEKTOR- KORAFLEX POOL-V FVP	80
B.5.3.3	REGULACE PODLAHOVÝCH KONVEKTORŮ	80
B.5.4	TRUBKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA KORALUX LINEAR MAX-M.....	81
B.5.4.1	PŘIPOJENÍ TRUBKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES.....	82
B.5.5	ELEKTRICKÁ TRUBKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA.....	83
B.7	NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY.....	84
B.7.1	CELKOVÁ POTŘEBA TEPLÉ VODY	84
B.7.2	POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY	84
TEORETICKÉ TEPLA ODEBRANÉ Z OHŘÍVAČE.....	84	
B.8	NÁVRH SOLARNÍCH KOLEKTORŮ.....	87

B.8.1	DENNÍ SPOTŘEBA TEPLÉ VODY	87
B.8.2	DENNÍ POTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY.....	87
B.8.3	TYP SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ.....	87
	NAVHRUJU SOLÁRNÍ KOLEKTOR PROPLUS SUNTIME 2.1	87
B.8.4	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY	88
B.8.5	PARAMETRY KOLEKTORU	88
B.8.6	NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ.....	89
B.9	NÁVRH ZDROJE TEPLA.....	91
B.9.1	POTŘEBNÝ VÝKON ZDROJE TEPLA	91
B.9.2	BOD BIVALENCE	93
B.9.3	NÁVRH DOPLŇKOVÉHO ZDROJE TEPLA.....	94
B.10	NÁVRH KOMBINOVANÉHO ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE.....	95
B.10.1	TEPELNÝ PŘÍKON PŘENÁŠENÝ KRS.....	95
B.10.2	HMOTNOSTNÍ PRŮTOK PŘENÁŠENÝ KRS.....	95
B.11	DISTRIBUCE TOPNÝCH VĚTVÍ.....	97
B.11.1	TROJCESTNÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL	97
B.11.2	FILTR PEVNÝCH ČÁSTIC.....	98
B.11.3	NÁVRH VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ	100
B.11.3.1	VĚTEV Č.1	100
B.11.3.2	VĚTEV Č.2.....	101
B.11.3.3	VĚTEV Č.3.....	102
B.11.3.4	VĚTEV Č.4.....	103
	PŘEHLED VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ.....	104
B.12	DIMENZOVÁNÍ A NÁVRH VYTÁPĚNÍ	105
B.12.1	ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.1	106
B.12.2	ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.2.....	108
B.12.3	ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.3.....	110
B.12.4	ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.4.....	112
B.12.5	NÁVRH DIMENZE POTRUBÍ A OBĚHOVÝCH ČERPADEL.....	114
B.12.5.1	HLAVNÍ OBĚHOVÉHO ČERPADLO U ZDROJE TEPLA (ÚSEK1) 114	
B.12.5.2	OBĚHOVÉ ČERPADLO V ÚSEKU 2	115

B.13	NÁVRH ÚPRAVY A DOPLŇOVÁNÍ VODY	116
B.14	TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ	118
B.15	NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ	122
B.15.1	NÁVRH EXPANZNÍHO ZAŘÍZENÍ	122
B.15.1.1	EXPANZNÍ NÁDOBA ZA TEPELNÝM ČERPADLEM	122
B.15.1.2	EXPANZNÍ NÁDOBA PRO SOLÁRNÍ SOUSTAVU	124
B.15.2	NÁVRH ODDĚLOVACÍ NÁDRŽE PRO EN SOLÁRNÍ SOUSTAVY.....	125
B.15.3	NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU	127
B.16	POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ	128
C.	PROJEKT	129
C.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	130
C.1.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	130
C.1.2	ÚVOD.....	131
C.1.2.1	POUŽITÉ PŘEDPISY A TECHNICKÉ NORMY	131
C.1.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	132
C.1.3.1	PŘEDKLÁDANÉ ZÁKLADNÍ INFORMACE	132
C.1.3.2	ZÁDAVACÍ PARAMETRY	132
C.1.3.3	PARAMETRY SYTÉMOVÉ OBÁLKY	132
C.1.4	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ	134
C.1.4.1	ZDROJ TEPLA.....	134
C.1.4.2	ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ	134
C.1.5	SOLÁRNÍ SOUSTAVA.....	135
C.1.6	OTOPNÁ SOUSTAVA.....	135
C.1.6.1	NUCENÝ OBĚH	137
C.1.6.2	PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	137
C.1.6.3	TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ.....	137
C.1.6.4	KOMPENZACE DILATAČÍ A ULOŽENÍ POTRUBÍ:	138
C.1.6.5	HYDRAULICKÁ REGULACE SOUSTAVY	138
C.1.6.6	ARMATURY.....	138
C.1.7	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI.....	138
C.1.7.1	POŽÁRNÍ BEZPEČNOST.....	139
C.1.7.2	OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	139

C.1.7.3	NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	140
C.1.8	POŽADAVKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE.....	140
C.1.8.1	PROFESE STAVBA ZAJIŠŤUJE	140
C.1.8.2	PROFESE ZDRAVOTNÍ INSTALACE ZAJIŠŤUJE:.....	140
C.1.8.3	PROFESE MAR A ELKTRO ZAJIŠŤUJE:	140
C.1.9	POKYNY PRO MONTÁŽ	141
C.1.10	ZKOUŠKY.....	141
C.1.10.1	ZKOUŠKA TĚSNOSTI (TLAKOVÁ ZKOUŠKA).....	142
C.1.10.2	PROPLACH POTRUBÍ	142
C.1.10.3	DILATAČNÍ ZKOUŠKA	142
C.1.10.4	ZKOŠKA PROVOZNÍ	143
C.1.10.5	POKYNY PRO OBSLUHU A ÚDRŽBU.....	143
C.2	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	144
2.	ZÁVĚR.....	145
3.	SEZNAM PŘÍLOH	146
4.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	146
	ZDROJE	146
5.	SEZNAM TABULEK.....	148
6.	SEZNAM OBRÁZKŮ	151

1. ÚVOD

Obsahem této bakalářské práce je návrh vytápění na objekt penzionu pomocí tepelného čerpadla, akumulčního zásobníku na bázi Phase change materiálu (dále PCM) a návrh solárních kolektorů pro přípravu teplé vody.

V teoretické části se budu zabývat akumulací tepla a chladu pomocí materiálů s fázovou změnou. Pro akumulaci tepla jsem navrhl PCM akumulční zásobník o 1000 l objemu. Snažím se najít úsporu energie v oboru vytápění právě tím, že v akumulčním zásobníku nahradím vodu PCM. Díky vlastnostem PCM bychom měli dosáhnout k méně častějšímu sepínání tepelného čerpadla, tudíž úspory energie a menšímu opotřebování materiálů.

Výpočtová část obsahuje konkrétní návrh systému vytápění. Tepelné ztráty pokryje navržené podlahové vytápění s pomocí otopných těles, v provedení žebříků do koupelen, konvektorů k francouzským oknům a radiátorům ve druhém patře. Navrhl jsem materiály a dimenze potrubí k rozdělovačům a sběračům a jejich tepelné izolace. Dle daných výkonů jsem navrhnul jako zdroj tepla tepelné čerpadlo vzduch- voda, a jako bivalentní zdroje tepla jsou otopné tyče do zásobníků teplé vody. Ohřev teplé vody jsem zajistil pomocí solárních kolektorů umístěných na střeše objektu. Jako zabezpečovací zařízení jsou navrženy expanzní nádoby a pojišťovací ventily. Je zpracován i energetický štítek náročnosti budovy.

Projektová část obsahuje technickou zprávu, která popisuje celkový návrh vytápění objektu, a výkresovou dokumentaci. Zpracoval jsem půdorysy 1.NP a 2.NP, půdorys technické místnosti, schéma zapojení technické místnosti a schémat zapojení podlahového vytápění.



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

FAKULTA STAVEBNÍ

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

A. TEORETICKÁ ČÁST

BACHELOR'S THESIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTHOR

AUTOR PRÁCE

Lukáš Němec

SUPERVISOR

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. ONDŘEJ ŠIKULA, Ph.D.

BRNO 2020

A.1 ÚVOD TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části se budu zabývat vlastnostmi PCM materiálů a akumulací tepla chladu právě díky PCM materiálům. Tento materiál díky svým vlastnostem by měl docílit levnějšího provozu. Tedy levnější energii na provoz vytápění, nebo chlazení a zároveň méně častějšímu běhu všech zařízení, tedy delší životnosti zařízení.

Na konci teoretické části se zabývám návrhem akumulčního zásobníku na bázi PCM, který jsem prezentoval na soutěži SVOČ 2019

A.2 PHASE CHANGE MATERIAL

„PCM označujeme látky schopné uchovávat tepelnou energii s využitím tzv. latentního tepla fázové přeměny, obvykle mezi pevným a kapalným skupenstvím. Materiály vhodné pro termoakumulaci by měly dosahovat co největší akumulace tepelné energie v co nejmenším objemu materiálu, což vyjadřuje entalpie tání [kJ/m³].“ [1]

Těchto materiálů je celá řada, dalo by se říct že všechny materiály, které disponují funkcí uskutečnit fázovou změnu, tak zároveň dokážou akumulovat tepelnou energii. V minulosti bylo zkoumáno spousta materiálů, látek a směsí, které by byly nejvhodnější pro akumulaci tepla při skupenských přeměnách v daném teplotním rozsahu.

Začátek používání PCM začal pro procesy chlazení na začátku 20. století. V roce 1932 byl patentován první akumulátor s náplní PCM pro ohřev užitkové vody. Jako PCM se využívaly nejčastěji parafin a hydratované soli, o něco později také vložky s obsahem lithia. [1] [2]

A.2.1 UPLATNĚNÍ PCM

Největší uplatnění PCM bychom mohli hledat v profesích vytápění a chlazení budov. PCM se čím dál víc přitahuje pozornost z důvodu snižování nákladů na obnovitelnou cenu elektřinu, tedy vyrušením špičkové doby odběru, tudíž je výhodné jej používat v budovách s velkou odběrovou špičkou potřeby teplé vody, například ve sportovních nebo průmyslových budovách.

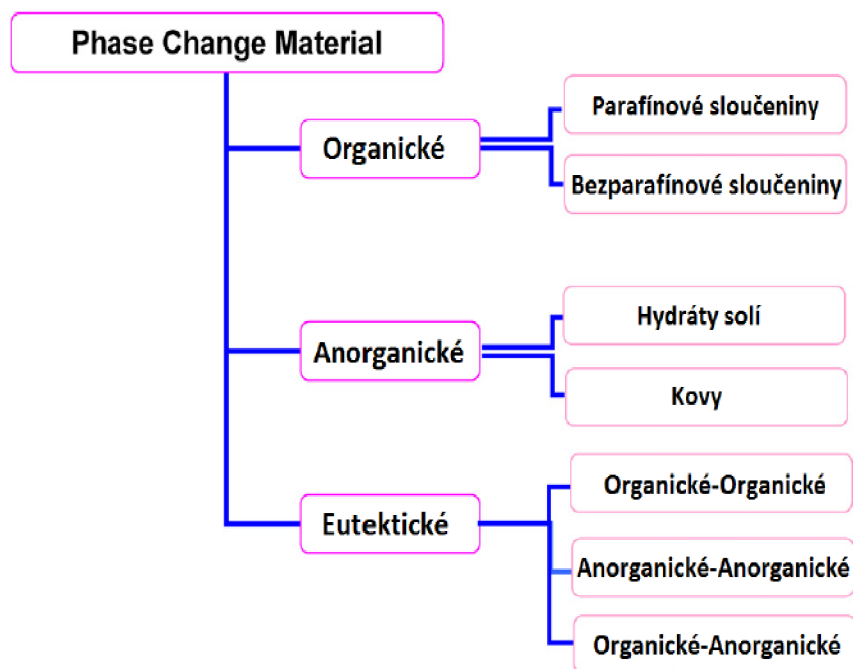
To znamená, že PCM naakumuluje chlad/ teplo a ve špičkové době, nebo při zvýšené ceně dodávky elektřiny nebude potřebovat téměř žádnou elektrickou energii. Například PCM v akumulčním zásobníku se naakumuluje na podstatně delší dobu než voda, tudíž omezíme běh zdroje tepla (kotle, tepelného čerpadla atd..).

A.2.2 KRITÉRIA MATERIÁLŮ PRO AKUMULACI

- Nízké objemové změny
- Odolnost proti korozi
- Vysoká tepelná kapacita
- Tepelná stabilita v požadovaném rozsahu použití
- Dostatečný povrch pro přenos tepla
- Dostupnost
- Netoxicita

A.3 ROZDĚLENÍ PCM

- Materiály organického původu
- Materiály anorganického původu
- Eutektika



Obr. 1 Základní rozdělení PCMs [3]

A.3.1 PCM ORGANICKÉHO PŮVODU

„Tyto látky pokrývají rozsah teploty tání od 0 do 200 °C“. [4] Organické PCM poskytují stabilní fázové změny bez fázové segregace. Jejich vysoká teplota tání je nejvhodnější. Výborná vlastnost organických látek je velká tepelná stabilita. Jsou nekorozivní, a recyklovatelné ale hořlavé.

Velkou výhodou této sloučeniny je vlastní nukleace což znamená, že téměř nedochází k problémům s přechlazením.

Organické materiály s fázovou změnou jsou v porovnání s anorganickými méně teplotně vodivé, mají nižší hustotu, jsou hořlavé a mají více problematické vlastnosti. [2]

Nejpoužívanější jsou parafíny a mastné kyseliny, také jejich deriváty apolyethylen glykoly (PEG).

Každá organická látka, která má být použita jako PCM musí splňovat určité požadavky:

- Vysokou tepelnou kapacitu latentního tepla, která zajišťuje vysokou hustotu ukládání tepla
- Tepelnou stabilitu v průběhu cyklů ohřevu a chlazení

Organické materiály můžeme rozdělit na sloučeniny s parafíny a bez parafínů

A.3.1.1 SLOUČENINY S PARAFÍNY

Pro krystalizaci je nutné velké množství latentního tepla. Právě díky těmto vlastnostem jsou velmi vhodné pro použití jako PCM. Zároveň nejsou moc drahé. Tyto materiály mají poměrně dlouhý cyklus krystalizace-tání. A jejich objemová změna se neliší o víc než 10%. [2]

Parafínové vosky bývají nejčastěji bílé krystalické látky, které se používají například při výrobě svíček, v kosmetice, při impregnaci různých materiálů, ale jsou známe především díky své vysoké hodnotě měrné tepelné kapacity a měrného skupenského tepla tání. Tudíž se používají jako materiály vhodné pro akumulaci tepla pomocí fázové změny. Jejich měrná tepelná kapacita se pohybuje u hodnot cca $2,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ a hodnota měrného skupenského tepla dosahuje $200\text{-}250 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. [5]



Obr. 2 Parafín [6]

Tab. 1 Parafíny využívané jako PCM [4]

Materiál	Teplota tání (°C)	Entalpie tání (kJ/kg)	Hustota (kg/m ³)
C ₁₄ H ₃₀	6	230	760 (kapalina) –
C ₁₅ H ₃₂	10	212	770 (kapalina) –
C ₁₆ H ₃₄	18	210, 238	760 (kapalina) –
C ₁₇ H ₃₆	19	240	776 (kapalina) –
C ₁₈ H ₃₈	28	200, 245	774 (kapalina) 814 (pevná látka)
C ₂₀ H ₄₂	38	283	779 (kapalina) –
C ₃₀ H ₆₂	66	–	775 (kapalina) –

A.3.1.2 SLOUČENINY BEZ PARAFÍNŮ

Obsahují velké množství organických látek s různými vlastnostmi. Tímto tvoří vhodnou skupinu látek pro použití jako tepelný zásobník. Po změně skupenství výrazně mění svoje vlastnosti.

Problematickou vlastností těchto látek je hořlavost, a jejich vysoká cena. [2]

A.3.1.3 MASTNÉ KYSELINY

Mají špatnou tepelnou vodivost a k nastartování procesu tuhnutí potřebují mírně podchladiť. K dosažení požadovaných vlastností se musí mísit.

Rozdělují se na nasycené a nenasycené.

PCM na bázi mastných kyselin jsou netoxické, s nízkou korozní aktivitou, chemicky a tepelně stabilní. [4]

Tab. 2 Mastné kyseliny používané jako PCM [3]

Materiál	Teplota tání (°C)	Entalpie tání (kJ/kg)	Hustota (kg/m ³)
CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	16	149	901 (kapalina) 981 (pevná látka)
CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	32	153	886 (kapalina) 1004 (pevná látka)
CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	42–44	178	870 (kapalina) 1007 (pevná látka)
CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	58	186, 204	861 (kapalina) 990 (pevná látka)
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	61, 64	185, 203	850 (kapalina) 989 (pevná látka)

A.3.1.4 CUKERENÉ ALKOHOLY

Teplo tání u cukerných alkoholů používaných jako PCM se pohybuje mezi 90-200 °C. Mají dobrou hustotu skladování tepelné energie s ohledem na jejich hmotnost a ještě lepší k jejich objemu. Jsou to bezpečné a netoxické látky [4]

Tab. 3 Cukerné alkoholy jako PCM [3]

Materiál	Teplota tání (°C)	Entalpie tání (kJ/kg)	Hustota (kg/m ³)
Xylitol $C_5H_7(OH)_5$	94	263	- 1500 (pevná látka)
D-Sorbitol $C_6H_8(OH)_6$	97	185	- 1520 (pevná látka)
Erythritol $C_4H_8(OH)_4$	120	340	1300 (kapalina) 1480 (pevná látka)
D-Mannitol $C_6H_{12}(OH)_6$	167	316	- 1520 (pevná látka)
Galacitol $C_6H_{12}(OH)_6$	188	351	- 1520 (pevná látka)

A.3.1.5 POLYETHYLEN GLYKOLY

Tyto materiály tají při nízké teplotě. „Jsou to neatraktivní a netoxické polymery, rozpustné ve vodě.“ [3]

Tab. 4 Polyethylen glykoly jako PCM [3]

Materiál	Teplota tání [°C]	Entalpie tání [kJ/kg]	Tepelná vodivost [W/(m K)]	Hustota [kg/m ³]
Diethylen glycol $C_4H_{10}O_3$	-10 až -7	-	- -	1120 (kapalina, 20°C) -
Triethylen glycol $C_6H_{14}O_4$			- -	1120 (kapalina, 20°C) -
PEG400	8	100	0,19 (kapalina, 38°C) -	1125 (kapalina, 25°C) 1228 (pevná l., 3°C)
PEG600	17-22	127	0,19 (kapalina, 38°C) -	1126 (kapalina, 25°C) 1232 (pevná l., 4°C)
PEG1000	35-40	-	- -	- -
PEG6000	55-60,66	190	- -	1085 (kapalina, 70°C) 1212 (pevná l., 25°C)

V následující tabulce jsou uvedeny organické látky s nejslibnějšími charakteristikami pro použití v tepelných zásobnících .

Tab. 5 Organické PCM vhodné do tepelných zásobníků. [2]

Kategorie P/NP/MK	Název		Teplota tání (°C)	Latentní teplo tání (kJ/kg)
P	Počet atomů uhlíku	14	5.5	228
P		16	16.7	237.1
P		20	36.7	246
NP	D-kyselina mléčná		26	184
	Trimyristin		33-57	201-213
MK	Kyselina octová		16.7	184
MK	Polyetylen glykol 600		20-25	146
MK	Kyselina palmitová		55	163
MK	Kyselina myristová		58	199

A.3.2 PCM ANORGANICKÉHO PŮVODU

Jsou použitelné v širokém rozsahu teplot. Mají větší hustotu než organické látky, vysokou hodnotu entalpie tání na vztaženou jednotku objemu, nejsou hořlavé a mají vyšší tepelnou vodivost. Nevýhodou je koroze, podchlazení a fázová segregace. Můžeme je rozdělit na kovy a hydráty soli. [7]

A.3.2.1 HYDRÁTY SOLI

Jsou velice vhodné jako PCM. Hydráty soli jsou komerčně vyráběny a vyvíjeny v teplotním rozsahu od 7 do 117°C. Obsahují v sobě vázané molekuly vody. Právě zahříváním se tyto molekuly odštěpují a rozpouštěním látek ve vodě opět poutají molekuly vody. Při poutání molekul vody (hydrataci) se u některých sloučenin uvolňuje hydratační teplo. [2] [8]

U hodně hydrátů solí dochází při přechodu z kapalného na pevné skupenství k přechlazení v kapalném stavu před zahájením krystalizace. Tzn., že hydráty solí nezačnou tuhnout při teplotě tání, ale teplota látky může před zahájením krystalizace klesnout o několik stupňů níže. V důsledku přechlazení hydráty solí nemohou vybit naakumulovanou energii. [8]

Tab. 6 Hydráty soli a jejich vlastnosti [4]

Materiál	Teplota tání (°C)	Entalpie tání (kJ/kg)	Hustota (kg/m ³)
LiClO ₃ ·3H ₂ O	8	155	1530 (kapalina) 1720 (pevná látka)
KF·3H ₂ O	18,5	231	1447 (kapalina) 1455 (pevná látka)
CaCl ₂ ·6H ₂ O	29,30	171, 190	1562 (kapalina) 1710 (pevná látka)
LiNO ₃ ·3H ₂ O	30	296	– –
Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	32	254	– 1458 (pevná látka)
Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	35–44	280	1442 (kapalina) 1522 (pevná látka)
Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	48–55	187, 209	1670 (kapalina) 1750 (pevná látka)
Na(CH ₃ COO)·3H ₂ O	58	226, 264	1280 (kapalina) 1450 (pevná látka)
Ba(OH) ₂ ·8H ₂ O	78	265, 280	1937 (kapalina) 2180 (pevná látka)
Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	89, 90	149, 163	1550 (kapalina) 1636 (pevná látka)

A.3.2.2 KOVY

„Používají se čisté nebo eutetické slitiny s nízkou teplotou tání. Mají velice dobrou tepelnou vodivost, nízkou tepelnou kapacitu, vysokou entalpii tání, ale nejsou moc používané, kvůli jejich vysoké hustotě a hmotnosti.“ [3]

A.3.3 EUTEKTICKÉ PCM

„Eutektikum je tuhá směs dvou látek, jejichž krystaly se vytváří při tuhnutí společně“, které jsou rozpustné v tekutém stavu a nerozpustné, nebo částečně rozpustné ve stahu tuhém. Čisté eutektikum vzniká v takovém míšícím poměru obou složek, při kterém je teplota tuhnutí směsi nejnižší. U eutektik obvykle nedochází k segregaci, protože obě složky krystalizují současně. „Výhoda je jejich chemická stabilita a korozivní vlastnosti. Objemová změna je během tání mezi 5-10%“. K eutektickým PCM patří například slitiny kovů i solné roztoky. [2]

Tab. 7 Příklady eutetických PCM [4]

Materiál	Teplota tání (°C)	Entalpie tání (kJ/kg)	Hustota (kg/m ³)
Al(NO ₃) ₃ (30,5 % hm.)/H ₂ O	-30,6	131	1283 (kapalina) 1251 (pevná látka)
NaCl (22,4 % hm.)/H ₂ O	-21,2	222	1165 (kapalina) 1108 (pevná látka)
KCl (19,5 % hm.)/ H ₂ O	-10,7	283	1126 (kapalina) 1105 (pevná látka)
H ₂ O	0	333	998 (kapalina) 917 (pevná látka)

Materiál	Teplota tání (°C)	Entalpie tání (kJ/kg)	Hustota (kg/m ³)
Gallium	30	80,3	5907 (kapalina) 6095 (pevná látka)
Bi-Pb-Sn-Cd-In (eutektikum)	18	90,9	- -
Bi-Cd-In (eutektikum)	61	25	- -
Bi-Pb-In (eutektikum)	70	29	- -
Bi-In (eutektikum)	72	25	- -
Bi-Pb (eutektikum)	96	-	- -

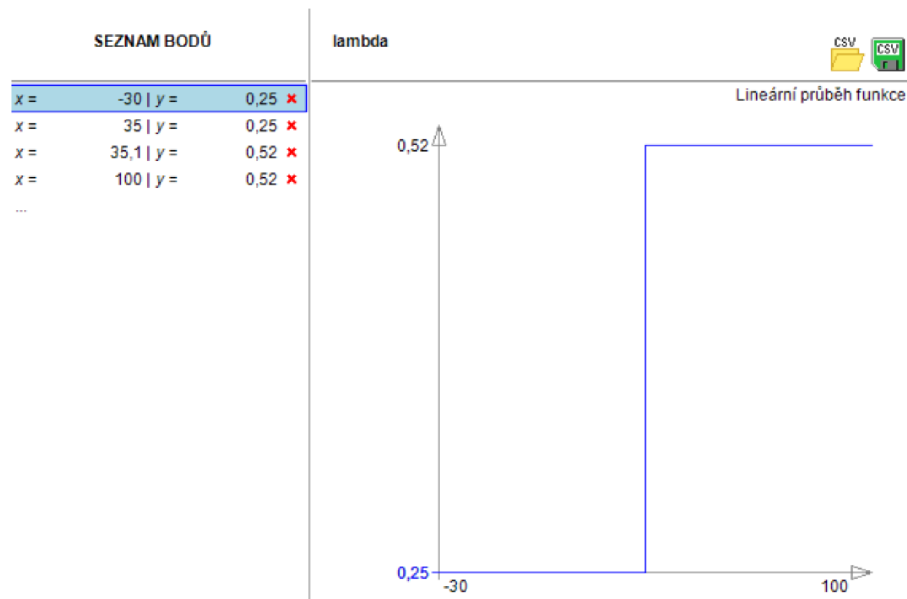
A.4 FÁZOVÁ PŘEMĚNA

Jedná se o stav kdy nastane skoková změna skupenství nebo krystalové struktury v tuhých látkách. Fázově přeměny jsou z technologického hlediska velice důležité, pokud chceme dokázat je řídit a tím měnit jejich strukturu a vlastnosti. Ke změně skupenství může dojít zahříváním nebo ochlazováním látky.

Při změně teploty se mění i řada fyzikálních vlastností materiálu jako jsou například: objem, viskozita, hustota. Fyzikální vlastnosti nejsou vše co se změnou teplot mění, k dalším změnám dochází i u termofyzikálních veličin, což jsou například tepelná vodivost, tepelná kapacita a teplotní vodivost.

Na obr. 1 můžeme vidět změnu skupenství náhodného PCM materiálu dle součinitele tepelné vodivosti. Při λ 0,25 W/m*K se nachází materiál

v tuhé fázi, a v moment kdy se lambda změní na 0,52 W/m*K tak materiál zkapalní.



Obr. 3 Skokový graf změny tepelné vodivosti z programu CalA 4.0

A.4.1 LATENTNÍ TEPLŮ

Je teplo které se používá na změnu fáze a ne na změnu teploty se nazývá latentní teplo, (někdy se označuje skupenské teplo). Teplo se využívá v okamžiku pokud máme například látku v tuhé (pevné) fázi a jeho teplota je těsně nad bodem tání, tak pomocí latentního tepla dodáváme tepelnou energii až do doby kdy dosáhne teploty tání. Jakmile je dosaženo téhle teploty tání látky, růst teploty se zastaví a dochází k fázové přeměně z pevné látky na kapalinu. V okamžiku fázové přeměny, kdy v materiálu existují dvě fáze pevná- kapalná má materiál konstantní teplotu. Po fázové přeměně teplota v materiálu opět začne narůstat. [1] [2]

A.4.1.1 TYPY LATENTNÍCH TEPEL

- **Latentní teplo tuhnutí**- množství tepla, kterou je potřeba odebrat, aby bylo dosaženo změny kapalně látky při teplotě tuhnutí na pevnou látku o stejné teplotě
- **Latentní teplo tání**- množství tepla, kterou je potřeba dodat, aby bylo dosaženo změny pevné látky při teplotě tání na kapalnou látku o stejné teplotě
- **Latentní teplo výparné**- množství tepla, kterou je potřeba dodat, aby bylo dosaženo změny kapalně látky při teplotě varu na plynovou látku o stejné teplotě

- **Latentní teplo kondenzační**- množství tepla, kterou je potřeba odebrat, aby bylo dosaženo změny látky o kondenzační teplotě na kapalnou látku o stejné teplotě

A.4.2 ZPŮSOBY AKUMULACE TEPELNÉ ENERGIE

K akumulaci se používají libovolné vratné nebo cyklické procesy, při kterých vzrůstá vnitřní energie systému. Dle chemického principu můžeme rozdělit akumulaci tepelné energie do několika typů:

A.4.2.1 AKUMULACE CITELNÉHO TEPLA

Jedná se o první vymyšlený a používaný způsob akumulace tepla, právě díky jeho jednoduchosti. Ideální pracovní látka u zdejšího způsobu by měla být levná a dosahovala velké tepelné kapacity. Těmto požadavkům nejlépe odpovídá voda. Dosud se používá například u elektrických zásobníků teplé vody, nebo zásobníku solárních kolektorů. Měrná tepelná kapacita vody je $4,2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Pro akumulaci tepla se dají použít i jiné materiály například kamenivo. Výhodou kameniva je především vysoký rozsah pracovních teplot a oproti vodě nezamrzá. Nevýhoda kameniva je daleko nižší tepelná kapacita a to pouze cca $1,0 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. [9]

Výhody akumulace citelného tepla:

- Nízká pořizovací cena pracovní látky
- Jednoduchost systému

Nevýhody akumulace citelného tepla

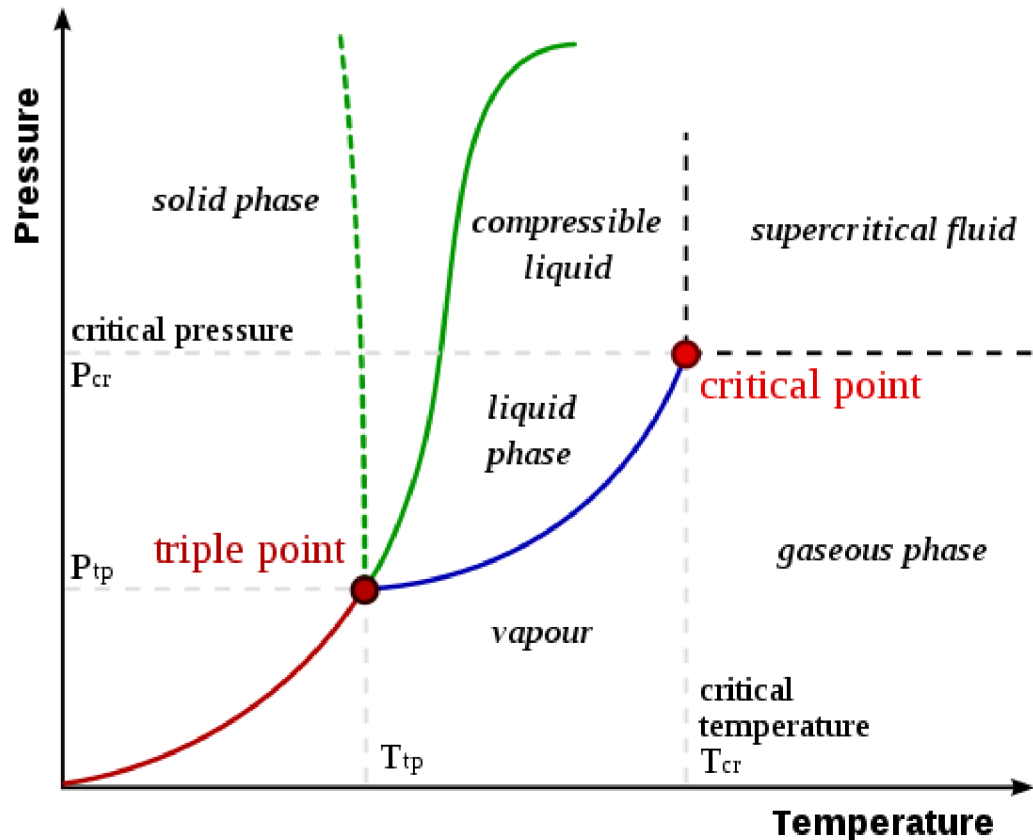
- Větší objem akumulátoru a pokles využitelné teploty v průběhu vybíjení
- Pokles využitelné teploty v průběhu vybíjení

A.4.2.2 AKUMULACE LATENTNÍHO TEPLA

Akumulace latentního tepla využívá entalpii fázové změny pracovní látky. V čistých chemických látkách jsou možné tři druhy fázových změn: tání/tuhnutí, výpar/kondenzace, sublimace/desublimace. Ale při skladování velkého množství páry by bylo potřeba velké zařízení odolávající velkým tlakům tak z tohoto hlediska je využitelný pouze přechod fázových změn mezi tuhou a kapalnou látkou. [9]

- Tání – je přechod z pevné fáze na kapalnou
- Tuhnutí- je přechod z kapalné fáze na pevnou

- Vypařování - je přechod z kapaliny na plyn
- Kondenzace- je přechod plynu na kapalinu
- Sublimace – je přímý přechod z pevné látky na plyn
- Desublimace- je přechod plynu na pevnou látku



Obr. 4 Fázový diagram [10]

Fázový diagram charakterizuje vzájemné závislosti dvou stavových veličin. Po dobu fázového přechodu existuje látka dle Gibbsova fázového pravidla současně ve dvou fázích. Tato koexistence je stav na mezních křivkách. Bod „critical point“ představuje kritický bod, nad touto teplotou nelze už plyn zkapalnit. Bod A představuje místo koexistence tří fází a nazývá se trojný bod, který vzniká při určité teplotě a tlaku pro každou látku.

Výhody akumulace latentního tepla:

- Menší objem akumulátoru díky vlastnostem PCM
- Konstantní teplota

Nevýhody akumulace latentního tepla

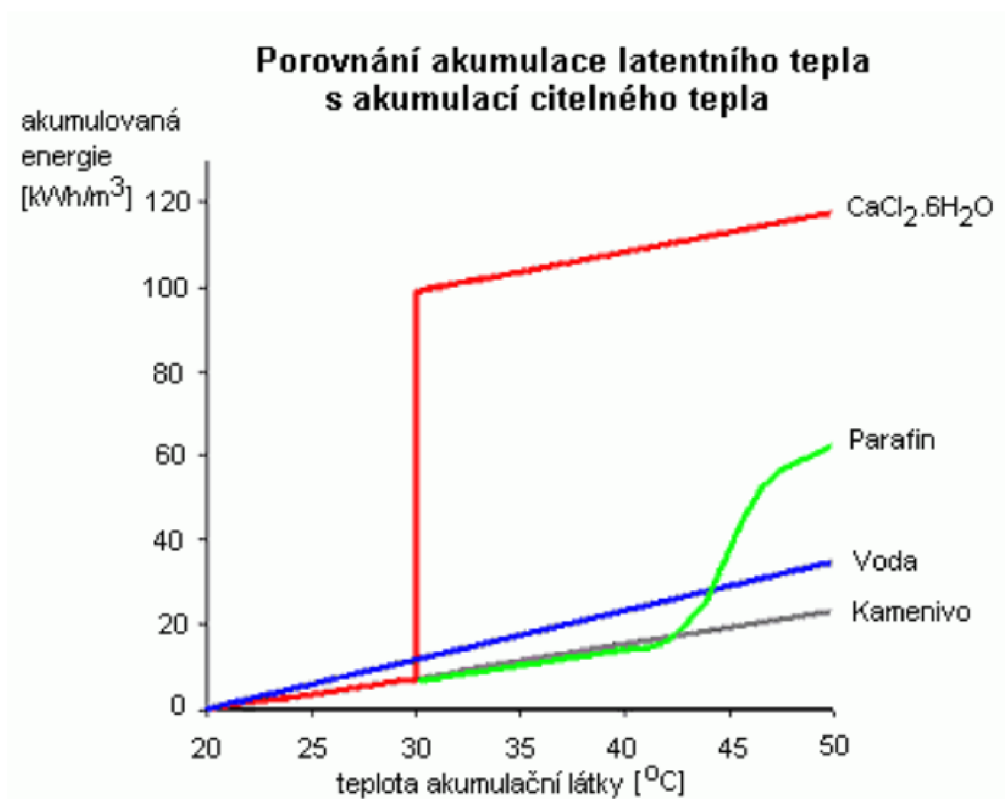
- Vysoká pořizovací cena PCM oproti např. vodě

Používané látky

- Chemicky čisté látky např. Síran sodný
- Směsi látek např parafin

Chemicky čisté látky tají při konstantní teplotě oproti směsím, které tají v širším rozsahu teplot.

-



Obr. 5 Porovnání akumulace latentního a citelného tepla [9]

A.4.2.3 AKUMULACE TEPLA SORPCÍ VODNÍ PÁRY V HYGROSKOPICKÝCH LÁTKÁCH

„Rovnovážná vlhkost hygroskopických materiálů kolísá v závislosti na relativní vlhkosti okolního vzduchu. Při vzrůstu vlhkosti vzduchu dochází k sorpci vlhkosti v materiálu, při poklesu vlhkosti vzduchu dochází k desorpci vlhkosti z materiálu. Voda přitom přechází z plynného skupenství do vázaného stavu i při vyšší teplotě než je teplota rosného bodu. K akumulaci se využívá bilance tepla při sorpci/desorpci vlhkosti v pracovní látce.“

Rozdíl oproti jiným způsobům akumulace tepla je v tom, že sorpce nezávisí přímo na teplotě, ale na relativní vlhkosti okolního vzduchu. Může tedy probíhat při konstantní teplotě, to se využívá při vybíjení akumulátoru. Při nabíjení se snižuje relativní vlhkost vzduchu na potřebnou hodnotu jeho ohřevem na vyšší teplotu.“
[9]

Výhody sorpce vodní páry:

- Libovolná teplota pracovní látky při skladování
- Nulové ztráty tepla

Nevýhody sorpce vodní páry:

- Vyšší nabíjecí teplota než u předešlých typů
- Při skladování musíme zabránit přístupu vlhkosti k pracovní látce

Látky používané pro tenhle způsob akumulace tepla jsou především silikagely a jíly.

A.4.2.4 CHEMICKÁ ABSORPCE VODNÍ PÁRY

Podobně jako v předchozím případě se využívá výparná entalpie vlhkosti obsažené v pracovní látce. Některé z látek, které obsahují ve své krystalové struktuře chemicky vázanou vodu, ji při zvýšení teploty uvolňují. Při poklesu teploty vodu zpětně absorbují. Proces akumulace závisí kromě teploty i na tlaku páry. Předpokládá se, že by tyto akumulátory měly mít malý objem ve srovnání s ostatními typy. Podobně jako u předchozího způsobu akumulace schopnost nezávisí na teplotě v době mezi nabíjením a vybíjením akumulátoru, tepelné ztráty jsou pouze chladnutím náplně, případně neřízeným přístupem vlhkosti. U tohoto způsobu se při nabíjení akumulátoru uvolňuje pára o vysoké teplotě, která se dá využít pro jiné procesy vytápění. Chemická absorpce vodní páry se prozatím nepoužívá je ve stádiu zkoušení.
[9]

Nevýhody chemické absorpce vodní páry:

- Vysoká teplota potřebná pro nabití akumulátoru

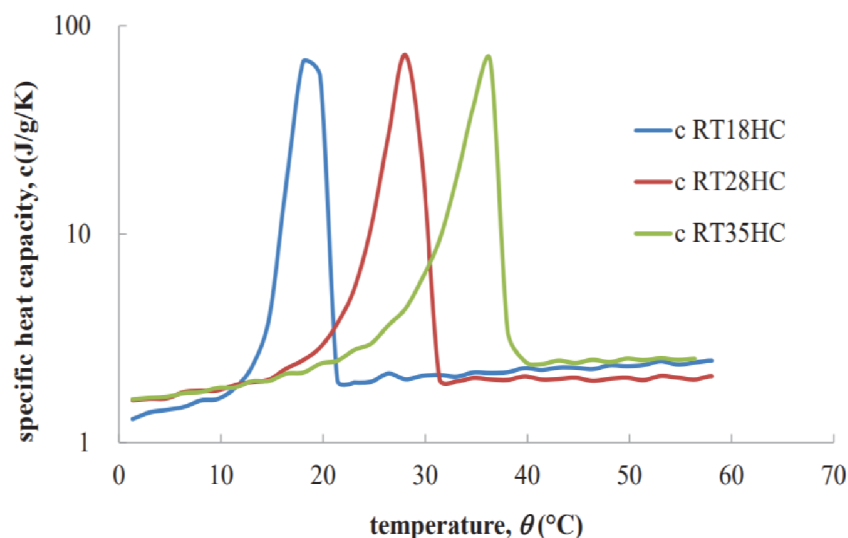
A.5 REŠERŠE ZE SVOČ 2019-NÁVRH AKUMULAČNÍHO ZÁSOBNÍKU

A.5.1 KONCEPCE NÁVRHU

Zvolil jsem si krychlový zásobník o rozměrech 1x1x1 metr, tedy o objemu 1000 litrů. Který jsem si naplnil zvoleným PCM. Akumulačním zásobníkem budou probíhat kapilární trubičky, v kterých bude voda o teplotě 50 °C. Voda bude ohřívat PCM do té doby než se naakumuluje na nejvyšší možnou tepelnou kapacitu. Poté se v rozdělovači zamezí přívod od zdroje tepla tedy se vypne a bude fungovat takzvaně zpětný chod, kdy naopak bude PCM nahřívat vodu v kapilárních trubičkách. Po vybití zásobníků se opět zapne zdroj tepla a tenhle proces se bude opakovat. V téhle části se budu zabývat jaký počet kapilárních trubiček bude pro tisíci litorvý zásobník nejvhodnější, nebo-li v jakých roztečích trubičky budou. Zvolil jsem si 5 variant rozestupů, nebo-li výšek- 6x6, 8x8, 10x10, 12x12, 14x14mm. Simulační experimenty jsem prováděl v programu CalA 4.0.

A.5.2 POUŽITÉ PCM

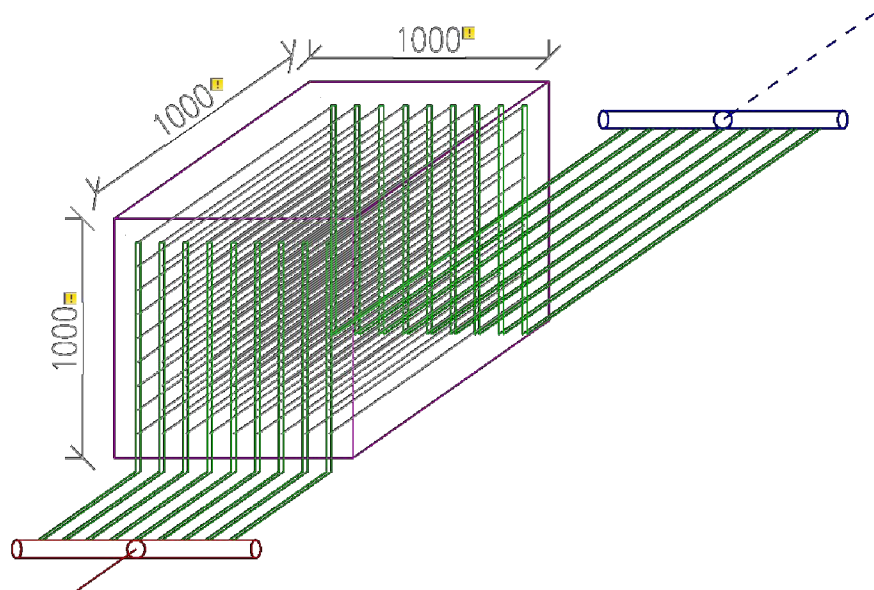
Pro mé snažení jsem si zvolil materiál od společnosti Rubitherm, konkrétně RT35HC, jedná se o organický materiál ve formě gelu. U tohoto materiálu se mění skupenství z kapalného na pevné a naopak při teplotě 35°C. Náš materiál značí zelená křivka viz. Obr.



Obr. 6 Závislost měrné tepelné kapacity na teplotě pro 3 verze PCM od společnosti Rubitherm [11]

A.5.3 ROZMĚRY ZÁSOBNÍKU A NAVRŽENÉ VÝSEKY

Zvolil jsem si zásobník o rozměrech 1x1x1metr, tedy krychlového tvaru. Příkladné zapojení lze vidět na obrázku.

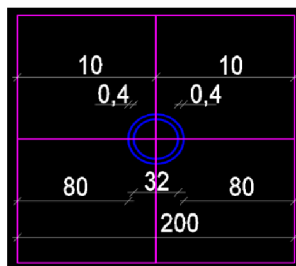


Obr. 7 Schéma zapojení kapilárních trubiček v PCM zásobníku

Výseky jsem si zvolil od 6x6 mm po 14x14mm. Tedy 5 variant do každé varianty se vleze jiný počet trubiček.

Rozměr výseku:	Počet trubiček na m ²
Výsek 6x6mm	6889ks
Výsek 8x8mm	3844ks
Výsek 10x10mm	2500ks
Výsek 12x12mm	1681ks
Výsek 14x14mm	1225ks

Výsek vlastně představuje vzdálenost předání tepla z jedné čtvrtiny kapilární trubičky. Na obrázku zde vidět modře kapilární trubičky a kolem ní 4 výseky o rozměrech 10x10mm.

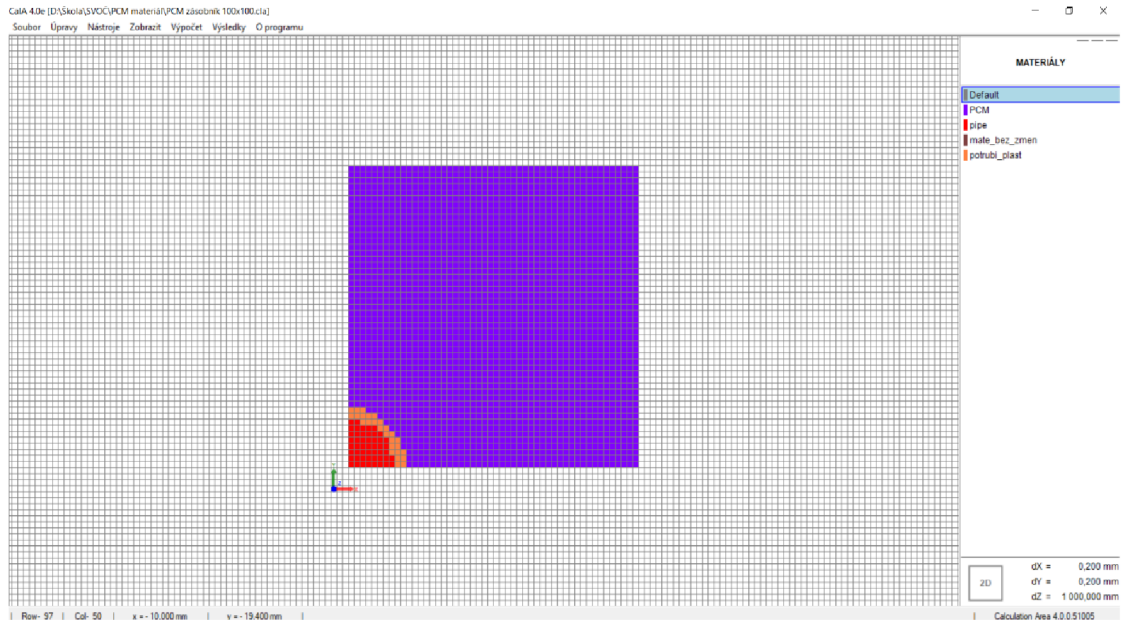


Obr. 8 Příkladné rozměry pro výsek 10x10mm

A.5.4 SIMULAČNÍ PROGRAM CALA 4.0

A.5.4.1 VSTUPNÍ HODNOTY CALA 4.0

Do programu jsem si zadal charakteristické vlastnosti všech materiálů a vytvořil jsem si dané výseky 6x6-14x14mm. Na obrázku lze vidět vlevo dole kapilární trubičku a její rozsah pro sledované nabíjení.



Obr. 9 Pracovní prostředí programu CalA 4.0 [12]

Jak je vidět tak u PCM je součinitel tepelné vodivosti a tepelná kapacita závislá na teplotě právě díky změně skupenství.

The screenshot shows the 'Databáze' (Database) window in the CALA 4.0 software. It displays a list of materials on the left and their properties on the right. The 'PCM' material is selected and highlighted in blue. The properties are listed in a table format.

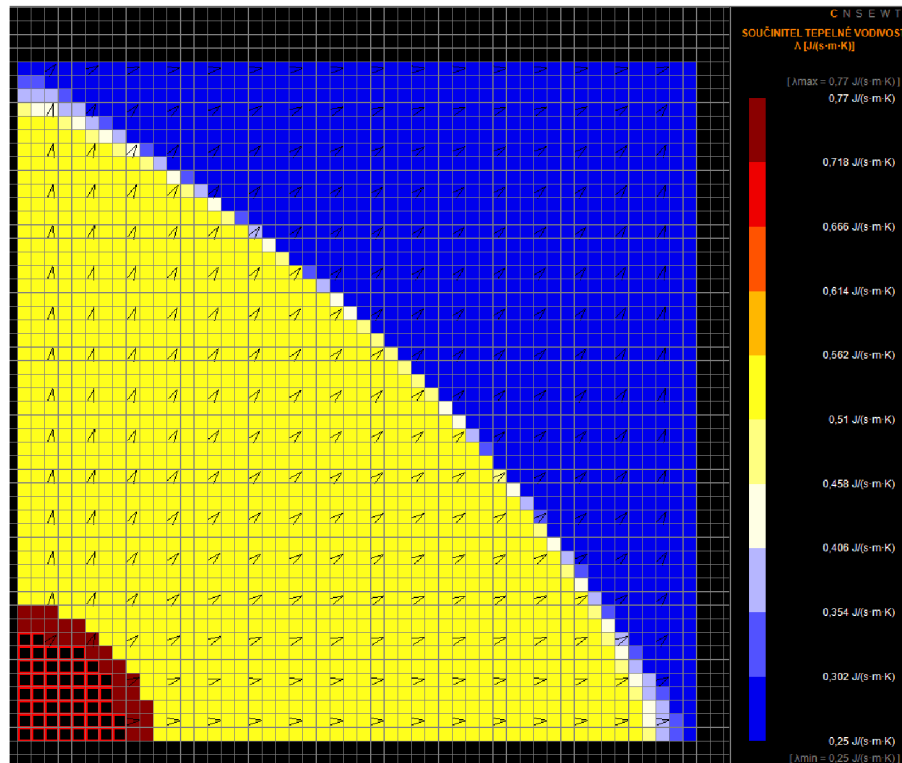
Symbol	Value	Description
ρ	911 kg/m ³	- Objemová hmotnost
c	cp J/(kg·K)	- Tepelná kapacita
λ	lambda J/(s·m·K)	- Součinitel tepelné vodivosti
ϵ	100 %	- Emisivita povrchu
δ	2,2E-08 kg/(s·m·Pa)	- Součinitel difuze pro vodní páru
ϵ	100 %	- Pohlitivost povrchu pro vodní páru
κ	2,2E-05 kg/(s·m·Pa)	- Součinitel difuze pro kapalnou vodu
ϵ	100 %	- Pohlitivost povrchu pro kapalnou vodu
dv	0,05 kg/(m ² ·Pa)	- Sorpce / desorpce vodní páry
dw	400 kg/(m ² ·Pa)	- Sorpce / desorpce kapalné vody
a	100 J/(s·m ² ·K)	- Součinitel přestupu tepla v potrubí

Obr. 10 Zadané vlastnosti PCM [12]

A.5.4.2 NASTAVENÍ VÝPOČTU

Zkapalnění zásobníku

Časový výpočet jsme si nastavili tak abychom mohli sledovat dvojí konec nabíjení, první nastane tehdy když se po celé ploše zásobníku změní součinitel tepelné vodivosti z $0,25\text{W/m}\cdot\text{K}$ na $0,52\text{W/m}\cdot\text{K}$, tedy celý objem zásobníku se bude nacházet v kapalném stavu. Na obrázku můžeme vidět, průběh změny skupenství v zásobníku, žlutá barva představuje kapalný stav a modrá stav tuhý, kterého fázová změna teprve čeká.



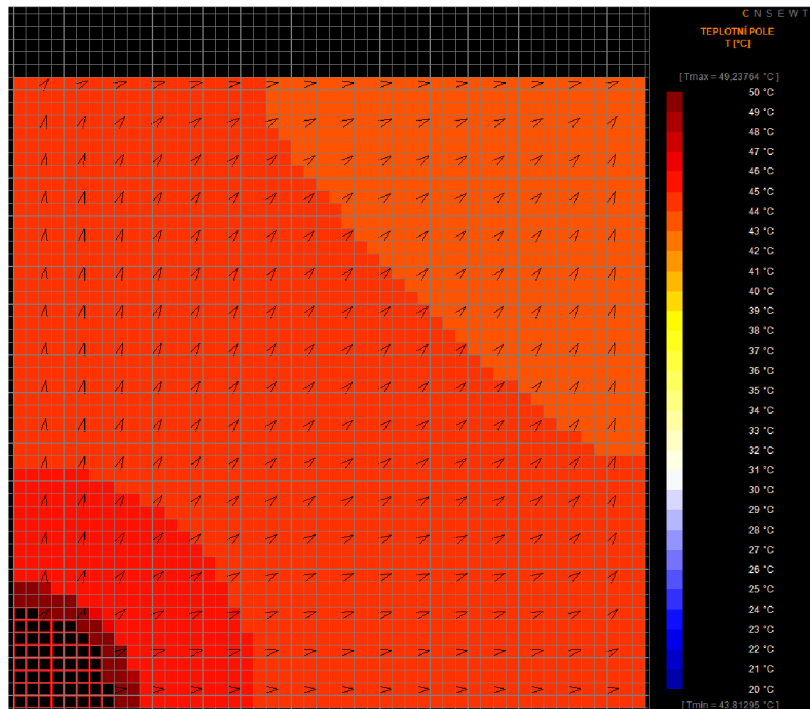
Obr. 11 Průběh změny skupenství z tuhého na kapalný stav [12]

Nahřátí zásobníku

Druhý konec nabíjení budeme sledovat tehdy když po celém objemu zásobníku bude teplota PCM na 95 % maximální možné změně. Tedy teplota v nejbližším rohu měřeného výseku bude na $48,5^\circ\text{C}$. (viz. výpočet). Na obrázku vidíme průběh teploty v simulovaném výseku, zde je jasně vidět jak trubička předává teplo na PCM.

Měřená teplota

$$(50-20)*0,95+20=\underline{48,5^\circ\text{C}}$$



Obr. 12 Průběh předávání tepla ve výseku 10x10mm [12]

A.5.4.3 VÝSTUPY Z PROGRAMU CALA 4.0

Výstupy z programu jsou součinitel tepelné vodivosti, dle kterého jsem si zjistili za jak dlouho celý objem zásobníku zkapalní pro určitý rozměr.

Dále průběh teplot materiálem do doby než nejvzdálenější místo dosáhlo teploty 48,5 °C, tudíž do plného nahřátí zásobníku.

Důležitý je také tepelný tok do konstrukce. Podle něj zjistíme akumulované teplo v daném časovém kroku a spočteme průměrný nabíjecí výkon na určitý výsek do zkapalnění, v čase kdy se nám změnila lambda (součinitel tepelné vodivosti) což znamená zkapalnění látky.

To samé provedeme pro druhou variantu, tedy nahřátí.

Výpočet tepelné kapacity

Celk. tepelná kapacita= Akumulované teplo výseku*4*počet trubiček v 1m²

Výpočet nabíjecího výkonu

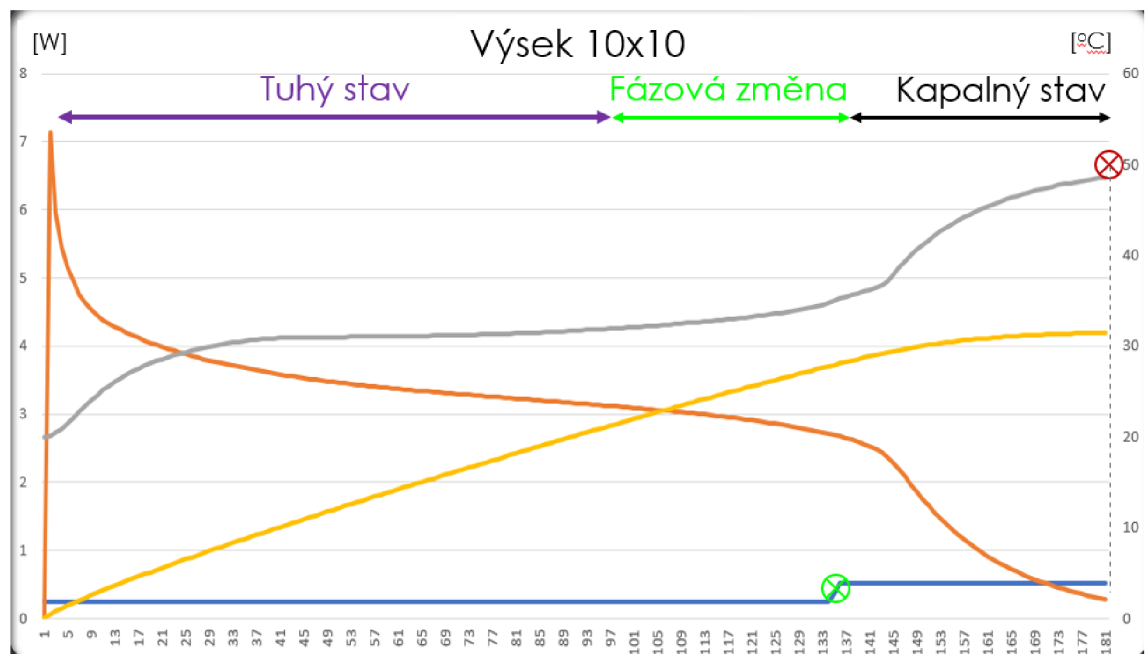
Nabíjecí výkon= Průměrný nabíjecí výkon*4* počet trubiček v 1m²

Průměrný nabíjecí výkon na výsek spočítáme podle vzorce kde podělíme akumulované teplo v době nahřátí, časovým krokem. Časový krok budeme brát ten kdy jsme dosáhli plného možného nahřátí zásobníku na 48,5 °C.

A.5.4.4 POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ

Vlastnosti jsou v grafu kde na levé ose se nachází tepelný tok [W], Napravo teplotu [°C] a průběh křivek uvidíme v časovém období. viz. obr.

Oranžovou křivka představuje tepelný tok, který se hned na začátku vyhoupe nad 7W kvůli velkému rozdílu teplot 20°C PCM a 50°C vody v kapilárních trubičkách, zde se materiál nachází v tuhé fázi. Tepelný tok začne klesat a zhruba od 35. minuty nastává fázová změna, která potrvá až do cca 134 minuty. V tu chvíli se součinitel tepelné vodivosti změní na 0,52 W/m*K jak je vidět na modré křivce a to znamená, že se celý zásobník přenesse do kapalného stavu. V tu dobu se teplotní pole začne rapidně zvyšovat a tepelný tok naopak značně klesat. Nahřátí na 48,5°C nastane v 180 minutě jak vidíme u šedé křivky.



Obr. 13 Závislost vlastností PCM pro výsek 10x10mm v časovém průběhu

A.5.4.5 POROVNÁNÍ VŠECH VARIANT VÝSEKŮ

U všech variant roztečí jsme si spočítali maximální tepelnou kapacitu [kJ]

a celkový nabíjecí výkon [kW]. Všechny vypočítané varianty si ukážeme na obrázku. Červená křivka znázorňuje celkovou tepelnou kapacitu pro nahřátí, modrá pro zkapalnění. Zleva doprava vidíme všechny varianty od 6x6 až po 14x14mm.

Žlutá a fialová křivka značí průměrné nabíjecí výkony potřebné pro nahřátí (zkapalnění) celého zásobníku)

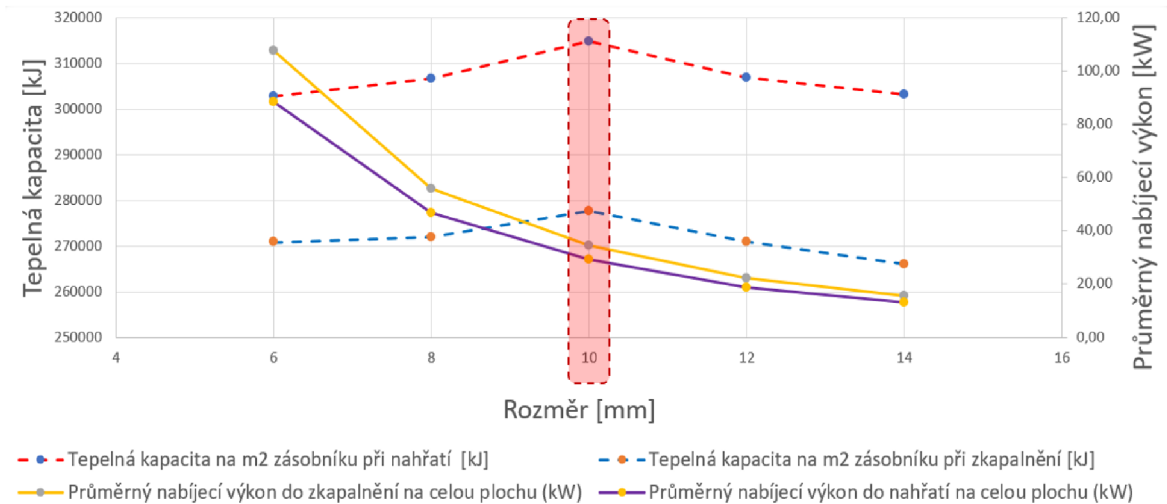
Z výsledků jsme zjistili že nejvhodnější zvolená rozteč trubiček pro náš zásobník bude 10x10mm na výsek. S touto roztečí pro nahřátí naakumulujeme 314,75 MJ tepla při nabíjecím výkonu 29,14 kW.

Pro zkapalnění je to méně, konkrétněji 277,73 MJ tepla při nabíjecím výkonu 35,55 kW. To nám říká že PCM je podstatně výkonnější ve variantě při nahřátí.

$$Výkon(výsek) = \frac{Akumulované\ teplo\ (výsek)}{čas}$$

$$Výkon(celkový) = Akumulované\ teplo(výsek) * 4 * počet\ trubiček$$

$$Výkon(výsek) = Výkon(výsek) * 4 * počet\ trubiček$$

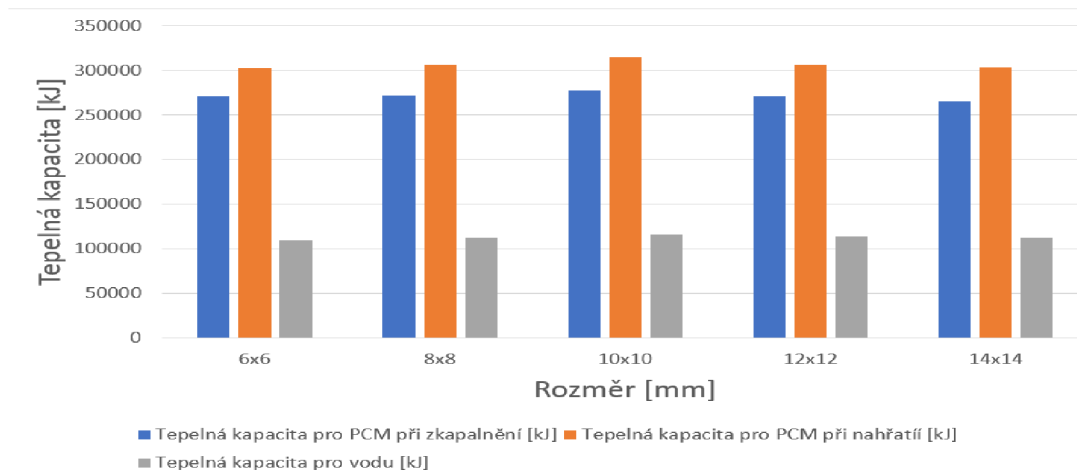


Obr. 14 Poměr tepelné kapacity k nabíjecím výkonům

A.5.5 ZÁVĚR

Výsledky měření PCM zásobníku jsem porovnal s čistě vodním tepelným zásobníkem a zjistil jsem že u vody sice potřebujeme menší nabíjecí výkon, ale taky je menší i tepelná kapacita a to až o 2 třetiny oproti PCM variantám.

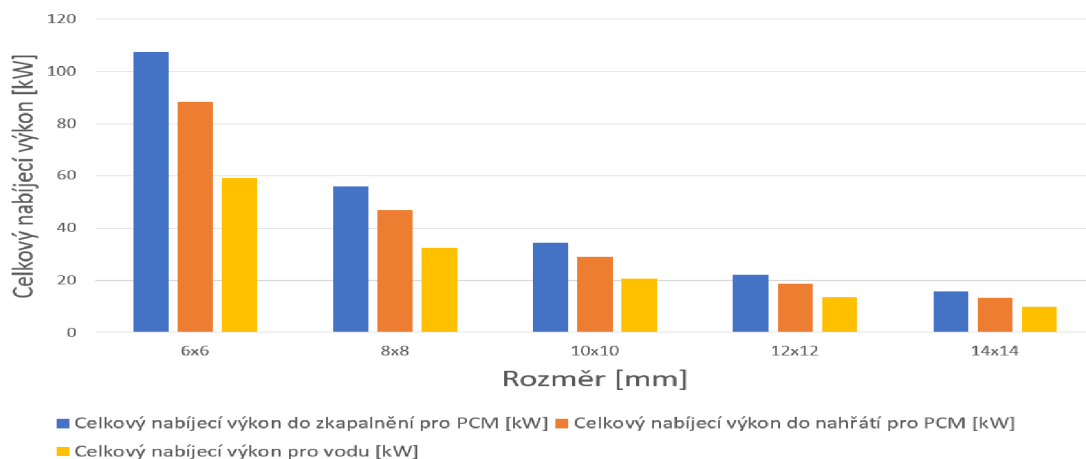
Tepelné kapacity jsou srovnány v obrázku. Oranžový sloupec je tepelná kapacita pro PCM u nahřátí, modrá pro zkapalnění a šedá představuje kapacitu vodního zásobníku.



Obr. 15 Porovnání celkových tepelných kapacit

Porovnal jsem i průměrné nabíjecí výkony. Zjistil jsem, že největší nabíjecí výkon je třeba pro PCM v nahřátí a nejmenší pro vodní zásobník.

Kdybychom porovnali tepelné kapacity pro všechny varianty při stejném nabíjecím výkonu tak zjistíme, že tepelná kapacita PCM pro nahřátí je cca 2x větší než u vodního zásobníku.



Obr. 16 Porovnání celkových nabíjecích výkon

Z našeho měření jsme zjistili že optimální varianta rozmístění trubiček je 10x10mm. Tedy když do celé plochy zásobníku rozmístíme 2500 trubiček.



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

FAKULTA STAVEBNÍ

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

BACHELOR'S THESIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTHOR

AUTOR PRÁCE

Lukáš Němec

SUPERVISOR

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. ONDŘEJ ŠIKULA, Ph.D.

BRNO 2020

B.1 ANALÝZA OBJEKTU

Řešenou stavbou je novostavba penzionu v obci Choltice. Penzion se nachází v lokalitě Pardubice s venkovní výpočtovou teplotou - 12 °C. Objekt se nachází na mírně svažitém terénu samostatně stojící na okraji vesnice.

Jedná se o nepodsklepenou, dvoupodlažní budovu ve tvaru T. Objekt má jeden hlavní vchod a je zaměřen pro ubytování osob. V 1. podlaží se nachází 4 apartmány, společenská místnost a část s wellness. Ve druhém podlaží se nachází kancelář a galerie s výhledem na společenskou místnost.

Objekt je vyzděný z keramických bloků a zateplený pomocí tepelné izolace z EPS. V 1.NP na východní a západní straně jsou použity tvárnice ztraceného bednění a tepelné izolace z XPS, kvůli styku se zemí. Dělicí příčky a nosné zdivo jsou také provedeny z keramických cihelných bloků. Stropy jsou provedeny z železobetonu. Střecha v 1. patře nad větší částí bude plochá a v 2. patře sedlová. Okna jsou plastová otevíratelná.

Pro objekt je navrženo podlahové vytápění. Teplotní spád soustavy byl zvolen dle akumulčního zásobníku na bázi PCM a zdroje tepla tepelného čerpadla 35/31°C, tento spád je vhodný i pro podlahové vytápění. Distribuce topné vody bude zajištěna v technické místnosti celkem čtyřmi otopnými větvemi. Každá z větví půjde do různé části objektu a dovedena do rozdělovače a sběrače pro podlahové vytápění. Vytápění bude zajištěno pomocí topných hadů v podlaze ve všech místnostech v 1. patře, dále pomocí trubkových otopných těles v koupelnách a podlahovými konvektory u francouzských oken. Ve druhém patře budou místnosti vytápět desková otopná tělesa. Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo vzduch- voda s bivalentním zdrojem tepla a to elektrickými topnými tyčemi do zásobníků teplé vody. Příprava teplé vody bude zajištěna pomocí tepelného čerpadla a také pomocí solárních kolektorů které jsou umístěny na ploché střeše prvního podlaží.

B.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA

Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla jsem provedl podle normy ČSN 73 0540.

Výpočet byl proveden podle navržených skladeb z projektové dokumentace. Konstrukce byly posouzeny na doporučené normové hodnoty.

B.2.1 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_t} \leq U_N \quad [\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$$

Odpor konstrukce při prostupu tepla

$$R_t = R_{si} + R_{se} + R \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$$

Tepelný odpor konstrukce

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$$

Kde:

λ_i – Součinitel tepelné vodivosti $[\text{W/m} \cdot \text{K}]$

d_i – tloušťka i -té vrstvy skladby posuzované konstrukce

U_N – Normový požadavek součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 05 40 $[\text{W}^*/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

R_T - Odpor při přestupu tepla konstrukcí $[\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$

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

= 0,13 při přestupu stěnami

= 0,10 při přestupu stropem

= 0,17 při přestupu podlahou

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

= 0,04

B.2.2 VÝPOČET A POSOUZENÍ SKLADEB STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Tab. 8 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S2.1 a- Strop nad 1.NP- dlažba

S2.1.a-STROP NAD 1.NP-varianta s keramickou dlažbou						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
KERAMICKÁ DLAŽBA	0,015	1,010	0,01			
LEPIDLO	0,008	-	-			
HYDROIZOLAČNÍ NÁTĚR	0,001	0,200	0,01			
PENETRAČNÍ NÁTĚR	-	-	-			
CEMENTOVÝ SAMONIVELAČNÍ POTĚR	0,060	1,200	0,05			
SYSTÉMOVÉ DESKY PODL. VYTÁPĚNÍ	0,018	1,200	0,02			
KROČEJOVÁ IZOLACE Z MIN. VLNY	0,030	0,030	1,00	Rsi=	0,1	m ² *K/W
ŽELEZOBETONOVÁ STROPNÍ DESKA	0,220	2,300	0,10	Rsi=	0,1	m ² *K/W
VZDUCHOVÁ MEZERA	0,200	1,176	0,17	Rt= Rsi+ Σ R+Rsi	1,59	m ² *K/W
SKD PODHLED	0,013	0,320	0,04	U=1/Rt	0,629	W*m ² /K
		Σ R=	1,39	U \leq Un	2,200	Vyhovuje

Tab. 9 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S2.2 - Strop nad 1.NP-terasa

S2.2-STROP NAD 1.NP- Terasa						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
KERAMICKÁ DLAŽBA	0,020	1,01	0,020			
PVC-P FOLIE	0,002	-	-			
SEPRAČNÍ GEOTEXTÍLIE	-	-	-			
SPÁDOVÁ VRSTVA Z EPS tl. 30-60mm	0,030	0,038	0,789			
ŽELEZOBETONOVÁ STROPNÍ DESKA	0,220	2,3	0,096	Rse=	0,04	m ² *K/W
TEPELNÁ IZOLACE EPS 70F tl. 200mm	0,200	0,039	5,128	Rsi=	0,1	m ² *K/W
STĚRKA S PERLINKOU	-	-	-	Rt= Rsi+ Σ R+Rse	6,18	m ² *K/W
FASÁDNÍ STĚRKOVÁ OMÍTKA	0,002	0,7	0,003	U=1/Rt	0,162	W*m ² /K
		Σ R=	6,036	U \leq Un	0,600	Vyhovuje

Tab. 10 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S2.1b- Strop nad 1.NP-lamino

S2.1.b-STROP NAD 1.NP varianta s laminátovou podlahou						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
LAMINÁTOVÁ PODLAHA	0,008	0,11	0,073			
MIRELON	0,004	0,046	0,087			
CEMENTOVÝ SAMONIVELAČNÍ POTĚR	0,060	1,200	0,05			
SYSTÉMOVÉ DESKY PODL. VYTÁPĚNÍ	0,018	1,200	0,02			
KROČEJOVÁ IZOLACE Z MIN. VLNY	0,030	0,030	1,00	Rsi=	0,1	m ² *K/W
ŽELEZOBETONOVÁ STROPNÍ DESKA	0,220	2,300	0,10	Rsi=	0,1	m ² *K/W
VZDUCHOVÁ MEZERA	0,200	1,176	0,17	Rt= Rsi+ Σ R+Rsi	1,73	m ² *K/W
SKD PODHLED	0,013	0,320	0,04	U=1/Rt	0,578	W*m ² /K
		Σ R=	1,53	U \leq Un	2,200	Vyhovuje

Tab. 11 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro P1 – podlaha k zemině- dlažba

P1 PODLAHA PŘÍLEHLÁ K ZEMINĚ varianta s keramickou dlažbou						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
KERAMICKÁ DLAŽBA	0,015	1,010	0,01			
LEPIDLO	0,008	-	-			
HYDROIZOLAČNÍ NÁTĚR	0,001	0,200	0,01			
PENETRAČNÍ NÁTĚR	-	-	-			
CEMENTOVÝ SAMONIVELAČNÍ POTĚR	0,060	1,200	0,05			
SYSTÉMOVÉ DESKY PODL. VYTÁPĚNÍ	0,011	1,200	0,01			
TEPELNÁ IZOLACE EPS 100	0,150	0,035	4,29			
HYDROIZOLACE PARAFOR SOLO S	0,005	0,200	0,03	Rse=	0	m ² *K/W
PENETRAČNÍ NÁTĚR	-	-	-	Rsi=	0,17	m ² *K/W
ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	0,150	2,300	0,07	Rt= Rsi+ Σ R+Rse	5,18	m ² *K/W
ŠTĚRKODRŤ	0,150	0,270	0,56	U=1/Rt	0,193	W*m ² /K
		Σ R=	5,01	U \leq Un	0,450	Vyhovuje

Tab. 12 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro P3 – podlaha k zemině- parkety

P3 PODLAHA PŘÍLEHLÁ K ZEMINĚ varianta s parketama						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
TŘÍVRSTVÉ PARKETY	0,015	0,14	0,107			
MIRELON	0,002	-	-			
CEMENTOVÝ SAMONIVELAČNÍ POTĚR	0,060	1,200	0,05			
SYSTÉMOVÉ DESKY PODL. VYTÁPĚNÍ	0,011	1,200	0,01			
TEPELNÁ IZOLACE EPS 100	0,150	0,035	4,29			
HYDROIZOLACE PARAFOR SOLO S	0,005	0,200	0,03	Rse=	0	m ² *K/W
PENETRAČNÍ NÁTĚR	-	-	-	Rsi=	0,17	m ² *K/W
ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	0,150	2,300	0,07	Rt= Rsi+ Σ R+Rse	5,27	m ² *K/W
ŠTĚRKODRŤ	0,150	0,270	0,56	U=1/Rt	0,190	W*m ² /K
		Σ R=	5,10	U \leq Un	0,450	Vyhovuje

Tab. 13 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S3.1 – PLOCHÁ STŘECHA NAD 1.NP

S3.1 PLOCHÁ ZELENÁ STŘECHA NAD 1.NP						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
ROZCHODNÍKOVÁ ROHOŽ	0,040	-	-			
SUBSTRÁT STŘEŠNÍ EXTENZIVNÍ	0,250	-	-			
FILTRAČNÍ GEOTEXTÍLIE	-	-	-			
DRENÁŽNÁ A HYDROAKUMULAČNÍ NOPOVÁ FOLIE	0,020	-	-			
SEPARAČNÍ GEOTEXTÍLIE	-	-	-			
PVC-P FOLIE	-	-	-			
SEPARAČNÍ GEOTEXTÍLIE	-	-	-			
TEPELNÁ IZOLACE EPS 150S	0,060	0,035	1,71			
SPÁDOVÉ KLÍNY EPS 100S	0,030	0,037	0,81			
TEPELNÁ IZOLACE EPS 100S	0,100	0,037	2,70			
PAROZÁBRANA ASFALTOVÝ MODIFIKOVANÝ PÁS S AL VLOŽKOU	0,004	0,2	0,02			
PENETRAČNÍ NÁTĚR	-	-	-	Rse=	0,04	m ² *K/W
ŽELEZOBETONOVÁ STROPNÍ DESKA	0,220	2,3	0,10	Rsi=	0,1	m ² *K/W
VZDUCHOVÁ MEZERA	0,200	1,176	0,17	Rt= Rsi+ \sum R+Rse	5,69	m ² *K/W
SDK DESKA	0,013	0,320	0,04	U=1/Rt	0,176	W*m ² /K
		\sum R=	5,55	U \leq Un	0,240	Vyhovuje

Tab. 14 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S3.1 – ŠIKMÁ STŘECHA NAD 2.NP

S3.1 ŠIKMÁ STŘECHA NAD 2.NP						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
PLECHOVÁ KRYTINA	-	-	-			
BEDNĚNÍ OSB DESKY	0,020	0,13	0,15			
KONTRALATĚ 60/100	0,100	-	-			
VZDUCHOVÁ MEZERA	0,100	0,588	0,17			
SAMOLEPÍCÍ PÁS SBC MOD. ASFALTU	0,004	0,200	-			
DŘEVOVLÁKNITÁ IZOLACE	0,120	0,037	3,24			
VLAŠSKÉ KROKVE 50/250 S VLOŽENOU DŘEVOVLÁKNITOU	0,250	0,037	0,67	Rse=	0,04	m ² *K/W
SAMOLEPÍCÍ PÁS SBC MOD. ASFALTU	0,004	0,200	0,02	Rsi=	0,1	m ² *K/W
PALUBKY	0,025	0,150	0,17	Rt= Rsi+ \sum R+Rse	4,57	m ² *K/W
KROKVE 100/200	0,200	-	-	U=1/Rt	0,219	W*m ² /K
		\sum R=	4,43	U \leq Un	0,300	Vyhovuje

Tab. 15 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro SO.1 – OBVODOVÁ STĚNA - KÁMEN

SO.1 OBVODOVÁ STĚNA KAMENNÝ OBKLAD						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
KAMENNÝ OBKLAD	0,080	1,3	0,06			
STĚRKA S PERLINKOU	-	-	-			
TEPELNÁ IZOLACE EPS 70F	0,200	0,039	5,13	Rse=	0,04	m ² *K/W
LEPIDLO	-	-	-	Rsi=	0,13	m ² *K/W
CIHLENÉ BLOKY Z KERAMICKÝCH CIHEL	0,300	0,370	0,81	Rt= Rsi+ \sum R+Rse	6,19	m ² *K/W
VNITŘNÍ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	0,015	0,880	0,02	U=1/Rt	0,162	W*m ² /K
		\sum R=	6,02	U \leq Un	0,300	Vyhovuje

Tab. 16 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro SO.2 – OBVODOVÁ STĚNA- PLECH

SO.2 OBVODOVÁ STĚNA PLECHOVÝ OBKLAD						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
OPLÁŠTĚNÍ PLECHOVOU KRYTINOU	0,00035	50	0,00			
ZÁKLOP Z OSB DESEK	0,020	0,13	0,15			
PROVĚTRÁVÁNÁ MEZERA, HRANOLY	0,060	-	-			
PAROPROPUSTNÁ FOLE	-	-	-			
MINERÁLNÍ VLNA	0,200	0,039	5,13			
ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE	0,200	2,300	0,09	Rse=	0,04	m ² *K/W
PAROZÁBRANA	-	-	-	Rsi=	0,13	m ² *K/W
DŘEVĚNÝ ROŠT	0,060	-	-	Rt= Rsi+ Σ R+Rse	5,54	m ² *K/W
DŘEVĚNÝ OBKLAD	0,020	0,350	0,06	U=1/Rt	0,181	W*m ² /K
		Σ R=	5,37	U \leq Un	0,300	Vyhovuje

Tab. 17 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro SO.3 – OBVODOVÁ STĚNA- TERÉN

SO.3 OBVODOVÁ STĚNA U TERÉNU						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
ZEMINA	-	-	-			
GEOTEXTÍLIE	-	-	-			
NOPOVÉ FOLIE	-	-	-			
TEPELNÁ IZOLACE XPS	0,140	0,038	3,68			
ASFALTOVÝ PÁS PARAFOR SOLO S	0,005	0,200	0,03	Rse=	0,04	m ² *K/W
PENETRAČNÍ NÁTĚR	-	-	-	Rsi=	0,13	m ² *K/W
ZTRACENÉ BEDNĚNÍ	0,300	2,300	0,13	Rt= Rsi+ Σ R+Rse	3,88	m ² *K/W
VNITŘNÍ ŠTUKOVÁ OMÍTKA	0,015	0,880	0,02	U=1/Rt	0,258	W*m ² /K
		Σ R=	3,71	U \leq Un	0,300	Vyhovuje

Tab. 18 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro VN1 – VNITŘNÍ STĚNA 300- DŘEVO

VN1- VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 300 - DŘEVĚNÝ OBKLAD						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
DŘEVĚNÝ OBKLAD	0,010	0,35	0,03	Rsi=	0,13	m ² *K/W
ZDIVO Z KERAMICKÝCH BLOKŮ	0,300	0,2	1,50	Rt= Rsi+ Σ R+Rsi	1,80	m ² *K/W
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	U=1/Rt	0,556	W*m ² /K
		Σ R=	1,54	U \leq Un	2,700	Vyhovuje

Tab. 19 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro VN2 – VNITŘNÍ STĚNA 300- OMÍTKA

VN2- VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 300- OMÍTKA						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	Rsi=	0,13	m ² *K/W
ZDIVO Z KERAMICKÝCH BLOKŮ	0,300	0,2	1,50	Rt= Rsi+ Σ R+Rsi	1,78	m ² *K/W
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	U=1/Rt	0,561	W*m ² /K
		Σ R=	1,52	U \leq Un	2,700	Vyhovuje

Tab. 20 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro VN3 – VNITŘNÍ STĚNA 200- DŘEVO

VN3- VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 200- DŘEVĚNÝ OBKLAD						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)			
DŘEVĚNÝ OBKLAD	0,010	0,35	0,03	Rsi=	0,13	m ² *K/W
ZDIVO Z KERAMICKÝCH BLOKŮ	0,200	0,2	1,00	Rt= Rsi+ Σ R+Rsi	1,30	m ² *K/W
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	U=1/Rt	0,769	W*m ² /K
		Σ R=	1,04	U \leq Un	2,700	Vyhovuje

Tab. 21 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro PN1 – VNITŘNÍ STĚNA 150

PN1- VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA 150						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)	Rsi=	0,13	m ² *K/W
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	Rsi=	0,13	m ² *K/W
ZDIVO Z KERAMICKÝCH BLOKŮ	0,150	0,28	0,54	Rt= Rsi+ Σ R+Rsi	0,82	m ² *K/W
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	U=1/Rt	1,222	W*m ² /K
		Σ R=	0,56	U \leq Un	2,700	Vyhovuje

Tab. 22 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro PN2 – VNITŘNÍ STĚNA 100

PN2- VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA 100						
VRSTVA	d (m)	λ (W/m.K)	R (m ² *K/W)	Rsi=	0,13	m ² *K/W
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	Rsi=	0,13	m ² *K/W
ZDIVO Z KERAMICKÝCH BLOKŮ	0,100	0,28	0,36	Rt= Rsi+ Σ R+Rsi	0,64	m ² *K/W
VÁPENNÁ OMÍTKA	0,010	0,88	0,01	U=1/Rt	1,563	W*m ² /K
		Σ R=	0,38	U \leq Un	2,700	Vyhovuje

Tab. 23 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla okenních konstrukcí

OKNO	POPIS	b (m)	h (m)	A (m ²)	U	Un
O1	PLASTOVÉ	4,7	1	4,70	1,1	1,5
O2	PLASTOVÉ	6,44	2,8	18,03	1,1	1,5
O3	PLASTOVÉ	10	1,3	13,00	1,1	1,5
O4	PLASTOVÉ	1,9	2,8	5,32	1,1	1,5
O5	PLASTOVÉ	2,4	2,8	6,72	1,1	1,5
O6	PLASTOVÉ	2	2,8	5,60	1,1	1,5
O7	PLASTOVÉ	1,27	0,7	0,89	1,1	1,5
O8	PLASTOVÉ	1,95	2,8	5,46	1,1	1,5
O9	PLASTOVÉ	6,735	2,8	18,86	1,1	1,5
O10	PLASTOVÉ	6,44	4,65-7,65	38,64	1,1	1,5
O11	PLASTOVÉ	1,2	0,75	0,90	1,1	1,5
O12	PLASTOVÉ	10	13	130,00	1,1	1,5

Tab. 24 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla dveří

DVEŘE	POPIS	b (m)	h (m)	A (m ²)	U	Un
D1	VCHODOVÉ	0,8	2,75	2,20	1,3	1,7
D2	VCHODOVÉ	1	2,75	2,75	1,3	1,7
D3	VCHODOVÉ	1,4	3,25	4,55	1,3	1,7
D4	VCHODOVÉ	2,65	2,75	7,29	1,3	1,7
D5	VCHODOVÉ	0,8	2,14	1,71	1,3	1,7
D6	INTERIÉR	0,8	1,97	1,58	1,5	3,5
D7	INTERIÉR	0,8	2,75	2,20	1,5	3,5
D8	INTERIÉR	0,7	1,97	1,38	1,5	3,5
D9	INTERIÉR	0,7	2,75	1,93	1,5	3,5

Tab. 25 Přehled součinitelů prostupu tepla posuzovaných konstrukcí

OZN	NÁZEV	U (W*m ² /K)	Un (W*m ² /K)
S2.1	STROP NAD 1.NP-varianta s keramickou dlažbou	0,629	2,200
S2.2	STROP NAD 1.NP- Terasa	0,162	0,600
S2.1.b	STROP NAD 1.NP varianta s laminátovou podlahou	0,578	2,200
P1	PODLAHA PŘILEHLÁ K ZEMINĚ varianta s keramickou dlažbou	0,193	0,450
P2	PODLAHA PŘILEHLÁ K ZEMINĚ varianta s kobercem	0,190	0,450
P3	PODLAHA PŘILEHLÁ K ZEMINĚ varianta s parketama	0,190	0,450
S3.1	PLOCHÁ ZELENÁ STŘECHA NAD 1.NP	0,176	0,240
S3.1	ŠIKMÁ STŘECHA NAD 2.NP	0,219	0,300
SO.1	OBVODOVÁ STĚNA KAMENNÝ OBKLAD	0,162	0,300
SO.2	OBVODOVÁ STĚNA PLECHOVÝ OBKLAD	0,181	0,300
SO.3	OBVODOVÁ STĚNA U TERÉNU	0,258	0,300
VN1	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 300- DŘEVĚNÝ OBKLAD	0,556	2,700
VN2	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 300- OMÍTKA	0,561	2,700
VN3	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 200- DŘEVĚNÝ OBKLAD	0,769	2,700
PN1	VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA 150	1,222	2,700
PN2	VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA 100	1,563	2,700
SP	STĚNA PROSKLENÁ	1,100	1,500

B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikační údaje

Druh stavby	Administrativní budova
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Choltice, p.č. 685/1, 513, 514
Katastrální území a katastrální číslo	Choltice [652369]
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Městys Choltice
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Městys Choltice
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Pardubická 78, 533 61 Choltice
Telefon / E-mail	732 565 421

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	2159,52m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	710,42m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,328 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_m	20°C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12°C

Měrná tepelná ztráta a průměrná 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	U	b	H _T	A	U	b	H _T
		(požadovaná hodnota podle ČSN 73 0540-2/2011)						
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	[W/K]	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	[W/K]
SO.01- Obvod. stěna	373,86	0,30	1	112,15	373,86	0,162	1	60,56
SO.03- Obvod. terén	45,76	0,450	0,468	9,64	45,76	0,258	0,468	5,52
SP-Prosklená stěna	61,44	1,5	1	92,16	61,44	1,1	1	67,58
celkem obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	481,06				481,06			
O-okenní otvory	67,27	1,5	1	100,91	67,27	1,1	1	73,99
D-Dveře	17,66	1,7	1	30,02	17,66	1,3	1	22,96
Zbývající část plochy výplně otvorů započtena jako obvodová stěna	0	0,3	1	0	0	0,3	1	-
S3.1- Šikmá střecha	226,9	0,24	1	54,46	226,9	0,219	1	49,69
S3.1- Plochá střecha	293,93	0,24	1	70,54	293,93	0,176	1	51,73
P-Podlaha přilehlá k zemině	438,1	0,450	0,468	92,26	438,1	0,193	0,468	39,57
Celkem	1524,92			562,14	1594,92			371,3
Tepelné vazby		1524,92*0,02		30,498		1524,92*0,02		30,498
Celková měrná ztráta prostupem tepla				592,63				401,80
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5	max. U _{em} pro A/V		požadovaná hodnota:	401,80/1524,92+0,02				
	592,13/1524,92+0,02		0,389				0,263	
	75% z požadované hodnoty =		doporučená hodnota: 0,291				Vyhovuje	
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,263/0,389	0,676	Třída B Úsporná		

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	401,80
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,263
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,291
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,389

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,195
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,291
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,389
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,584
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,773
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	0,973
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	>0,973

Klasifikace: B Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy:

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

Lukáš Němec

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

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Administrativní budova Choltice				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_{\text{oc}} = 609,2 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
Úsporná						
klasifikace				0,676	B	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{\text{em}} = H_T/A$				0,263	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{\text{em},N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,389	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,195	0,291	0,389	0,584	0,773	0,973
Platnost štítku do				Datum 19.2.2023		
Štítek vypracoval				Lukáš Němec		

B.4 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

B.4.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁTA

Provedl jsem výpočet tepelných ztrát dle normy ČSN EN 12831.

Vypočet jsem provedl u všech vytápěných místností. U místností Sauna (125), jsem předpokládal nevytápěný prostor z důvodu nejisté stálosti teploty v dané místnosti. Tímto krokem jsem šel v okolních místnostech na stranu bezpečnou. Místnost sauna bude řešena samostatně svým vlastním zdrojem tepla.

Výpočtové teploty

Výpočtová teplota venkovního vzduchu $t_e = -12^\circ\text{C}$

Výpočtová vnitřní teplota:

- Koupelna	$t_i = 24^\circ\text{C}$
- Společenská místnost	$t_i = 20^\circ\text{C}$
- Kuchyně	$t_i = 20^\circ\text{C}$
- Pokoj	$t_i = 20^\circ\text{C}$
- Chodba	$t_i = 15^\circ\text{C}$
- Technická místnost	$t_i = 15^\circ\text{C}$
- Wellness	$t_i = 24^\circ\text{C}$
- Sauna	$t_i = \text{nevytápěno}$
- Sklad	$t_i = \text{nevytápěno}$

B.4.2 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTÍ

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 101 a 102- VSTUPNÍ HALA+ SCHODIŠTĚ									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		15°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
SO.1	Obvodová stěna	0,54	0,16	0,02	0,18	1,00	0,10		
D2	Vchodové dveře	2,75	1,30		1,30	1,00	3,58		
O2	Okno 6440x2800	15,28	1,10		1,10	1,00	16,81		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							20,48		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
VN1	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA	10,88	0,56	0	0,56	0,55556°C	3,36		
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,ue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							3,36		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij	Ak.Uk.fij			
S2	Vnitřní nosná stěna	20°C	37,30	0,56	-0,185	-3,87			
SP	Prosklená stěna	20°C	7,26	1,10	-0,185	-1,48			
D2	Interiérové dveře	20°C	8,80	1,50	-0,185	-2,44			
S2.1.b	Stop- lamino	20°C	47,72	0,58	-0,185	-5,11			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-12,90		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha ne zemině - dlažba	47,72	0,193	9,20996	1,45	0,37	1	0,54	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}) \cdot fg1 \cdot fg2 \cdot Gw$ (W/K)							4,95		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{Ti} = H_{T,i,e} + H_{T,i,ue} + H_{T,i,j} + H_{T,i,g}$							15,89		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	15	-12	27	15,89	429,07				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
133,61	-12	15	0,50	66,81					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
				1	0,00				
1	4,5	0,00	1	0,00					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
66,81	22,71	27,00	613,27						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} =$			1042,34W					

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 103- SPOLEČENSKÁ MÍSTNOST									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$			20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$			-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	e_k	Ak.U _{kc} . e_k		
SO.2	Obvodová stěna	95,80	0,18	0,02	0,20	1,00	19,26		
O2	Okno 6735x2800	18,59	1,10		1,10	1,00	20,45		
SP	Prosklená stěna	39,61	1,10		1,10	1,00	43,57		
S3.1	Šikmá střecha	113,12	0,18	0,02	0,20	1,00	22,17		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.U_{kc}.e_k$ (W/K)							105,45		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	b_u	Ak.U _{kc} . b_u		
							0,00		
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,ue} = \sum k Ak.U_{kc}.b_u$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné tepoty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}			Ak.U _k . f_{ij}	
VN1	Vnitřní nosná stěna	15°C	12,09	0,56	0,156			1,05	
VN1	Vnitřní nosná stěna	24°C	4,22	0,56	3,000			7,04	
SP	Prosklená stěna	15°C	7,26	1,10	2,250			17,97	
								0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.U_k.f_{ij}$ (W/K)							26,06		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	Gw	$fg_1.fg_2.Gw$	
P1	Podlaha na zemině -dlažba	86,2	0,193	16,378	1,45	0,47	1	0,68	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg_1.fg_2.Gw$ (W/K)							11,13		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,i,e} + H_{T,i,ue} + H_{T,i,j} + H_{T,i,g}$							142,64		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	HT_{i}	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	20	-12	32	142,64	4564,38				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)					
508,00	-12	20	0,70	355,60					
počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
				1	91,44				
3	4,5	0,02	1	91,44					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
355,60	120,90	32,00	3868,93						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 8433,31W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 104- POKOJ									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$			20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$			-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
SO.1	Obvodová stěna- kámen	35,92	0,16	0,02	0,18	1,00	6,54		
S3.1	Plochá střecha	27,50	0,18	0,02	0,20	1,00	5,39		
SP	Stěna prosklená 1,8x2,8	2,84	1,10	0	0,77	1,00	2,19		
D1	Dveře 0,8x2,75	2,20	1,30	0	1,1	1,00	2,42		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							16,53		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
							0,00		
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij	Ak.Uk.fij			
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	12,60	1,22	-0,125	-1,92			
VN3	Vnitřní stěna 200	24°C	9,45	0,77	-0,125	-0,91			
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	4,80	0,77	0,156	0,58			
D7	Interiérové dveře	15°C	2,20	1,50	0,156	0,52			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-1,74		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	27,5	0,193	5,225	1,45	0,47	1	0,68	
SO.3	Obvodová stěna- terén	20,52	0,26	5,3352	1,45	0,47	1	0,68	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							7,18		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							21,97		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	HT_{i}	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	20	-12	32	21,97	703,18				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
71,76	-12	20	0,50	35,88					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
1	4,5	0,02	1	12,92					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
35,88	12,20	32,00	390,37						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 1093,55W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 105- KOUPELNA									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		24°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
S3.1	Plochá střecha	4,51	0,18	0,02	0,20	1,00	0,88		
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							0,88		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,ue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}		Ak.Uk.fij		
PN1	Vnitřní stěna 150	20°C	12,81	1,22	0,111		1,74		
D9	Interiérové dveře	20°C	1,93	1,50	0,111		0,32		
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	1,68	0,77	0,250		0,32		
VN3	Vnitřní stěna 200	20°C	8,14	0,769	0,111		0,70		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							3,08		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	4,51	0,193	0,87043	1,45	0,53	1	0,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,67		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,i,e} + H_{T,i,ue} + H_{T,i,j} + H_{T,i,g}$							4,63		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	24	-12	36	4,63	166,63				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
12,63	-12	24	1,50	18,95					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
0	4,5	0,00	1	0,00					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
18,95	6,44	36,00	231,89						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 398,52W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 106- Pokoj								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Plochá střecha	17,50	0,18	0,02	0,20	1,00	3,43	
SO.1	Obvodová stěna-kámen	5,26	0,16	0,02	0,18	1,00	0,96	
O5	Okno 2,4x2,8	4,52	1,10	0	0,77	1,00	3,48	
D1	Dveře 0,8x2,75	2,20	1,30	0	1,1	1,00	2,42	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							10,29	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,u,e} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij		Ak.Uk.fij	
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	9,93	0,77	0,156		1,19	
D7	Interiérové dveře	15°C	2,20	1,50	0,156		0,52	
VN3	Vnitřní stěna 200	24°C	8,50	0,77	-0,125		-0,82	
D9	Interiérové dveře	24°C	1,93	1,50	-0,125		-0,36	
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	7,28	1,22	-0,125		-1,11	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-0,58	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
P3	Podlaha k zemině- parkety	17,5	0,19	3,325	1,45	0,47	1	0,68
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (SkAk.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							2,26	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,i,e} + H_{T,i,u,e} + H_{T,i,j} + H_{T,i,g}$							11,97	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	20	-12	32	11,97	382,98			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)				
49,00	-12	20	0,50	24,50				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$				
1	4,5	0,02	1	8,82				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
24,50	8,33	32,00	266,56					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 649,54W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 107- KOUPELNA									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		24°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔUk	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
SO.1	Obvodová stěna-kámen	5,64	0,16	0,02	0,18	1,00	1,03		
S3.1	Plochá střecha	4,51	0,18	0,02	0,20	1,00	0,88		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							1,91		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔUk	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}	Ak.Uk.fij			
PN1	Vnitřní stěna 150	20°C	7,28	1,22	0,111	0,99			
D9	Interiérové dveře	20°C	1,93	1,50	0,111	0,32			
VN3	Vnitřní stěna 200	20°C	9,45	0,77	0,111	0,81			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							2,12		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	$fg1.fg2.Gw$	
P1	Podlaha k zemi ně- dlažba	4,51	0,19	0,8569	1,45	0,53	1	0,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (SkAk.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,66		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							4,68		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	24	-12	36	4,68	168,53				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
12,63	-12	24	1,50	18,95					
počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
				1	0,00				
0	4,5	0,00	1	0,00					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
18,95	6,44	36,00	231,89						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 400,41W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 108- Pokoj								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Plochá střecha	17,50	0,18	0,02	0,20	1,00	3,43	
SO.1	Obvodová stěna-kámen	5,26	0,16	0,02	0,18	1,00	0,96	
O5	Okno 2,4x2,8	4,52	1,10	0	0,77	1,00	3,48	
D1	Dveře 0,8x2,75	2,20	1,30	0	1,1	1,00	2,42	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							10,29	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,u,e} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij		Ak.Uk.fij	
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	9,93	0,77	0,156		1,19	
D7	Interiérové dveře	15°C	2,20	1,50	0,156		0,52	
VN3	Vnitřní stěna 200	24°C	8,50	0,77	-0,125		-0,82	
D9	Interiérové dveře	24°C	1,93	1,50	-0,125		-0,36	
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	7,28	1,22	-0,125		-1,11	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-0,58	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
P3	Podlaha k zemině- parkety	17,5	0,19	3,325	1,45	0,47	1	0,68
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							2,26	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,i,e} + H_{T,i,u,e} + H_{T,i,j} + H_{T,i,g}$							11,97	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	20	-12	32	11,97	382,98			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)				
49,00	-12	20	0,50	24,50				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$				
1	4,5	0,02	1	8,82				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
24,50	8,33	32,00	266,56					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 649,54W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 109- KOUPELNA									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		24°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
SO.1	Obvodová stěna-kámen	5,64	0,16	0,02	0,18	1,00	1,03		
S3.1	Plochá střecha	4,51	0,18	0,02	0,20	1,00	0,88		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							1,91		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}	Ak.Uk.fij			
PN1	Vnitřní stěna 150	20°C	7,28	1,22	0,111	0,99			
D9	Interiérové dveře	20°C	1,93	1,50	0,111	0,32			
VN3	Vnitřní stěna 200	20°C	9,45	0,77	0,111	0,81			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							2,12		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemi- dlažba	4,51	0,19	0,8569	1,45	0,53	1	0,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,66		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							4,68		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	24	-12	36	4,68	168,53				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
12,63	-12	24	1,50	18,95					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
				1	0,00				
0	4,5	0,00	1	0,00					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
18,95	6,44	36,00	231,89						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 400,41W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 110- Pokoj								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Plochá střecha	17,40	0,18	0,02	0,20	1,00	3,41	
SO.1	Obvodová stěna-kámen	5,26	0,16	0,02	0,18	1,00	0,96	
O6	Okno 2,0x2,8	3,40	1,10	0	0,77	1,00	2,62	
D1	Dveře 0,8x2,75	2,20	1,30	0	1,1	1,00	2,42	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							9,41	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
vn2	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA	5,02	0,56	0	0,56	0,625°C	1,76	
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							1,76	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij		Ak.Uk.fij	
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	9,93	0,77	0,156		1,19	
D7	Interiérové dveře	15°C	2,20	1,50	0,156		0,52	
VN3	Vnitřní stěna 200	24°C	9,18	0,77	-0,125		-0,88	
D9	Interiérové dveře	24°C	1,93	1,50	-0,125		-0,36	
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	5,90	1,22	-0,125		-0,90	
VN2	Vnitřní stěna 300	15°C	2,35	0,56	0,156		0,21	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-0,23	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
P3	Podlaha k zemině- parkety	17,5	0,19	3,325	1,45	0,47	1	0,68
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							2,26	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							13,20	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	20	-12	32	13,20	422,32			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)				
48,70	-12	20	0,50	24,35				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltračí $V_{inf,i}$				
1	4,5	0,02	1	8,77				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
24,35	8,28	32,00	264,93					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 687,25W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 111 KOUPELNA									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		24°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
S3.1	Plochá střecha	4,51	0,18	0,02	0,20	1,00	0,88		
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							0,88		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,ue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}		Ak.Uk.fij		
PN1	Vnitřní stěna 150	20°C	5,90	1,22	0,111		0,80		
D9	Interiérové dveře	20°C	1,93	1,50	0,111		0,32		
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	7,54	0,77	0,250		1,45		
VN2	Vnitřní stěna 200	20°C	8,38	0,769	0,111		0,72		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							3,29		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	4,51	0,193	0,87043	1,45	0,53	1	0,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,67		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,i,e} + H_{T,i,ue} + H_{T,i,j} + H_{T,i,g}$							4,84		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	24	-12	36	4,84	174,14				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
12,63	-12	24	1,50	18,95					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
0	4,5	0,00	1	0,00					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
18,95	6,44	36,00	231,89						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 406,02W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 112- CHODBA								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		15°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	e_k	Ak.U _{kc} . e_k	
SO.1	Obvodová stěna- kámen	32,39	0,16	0,02	0,18	1,00	5,89	
O12	Okno 10x1,3	13,00	1,10		1,10	1,00	14,30	
S3.1	Plochá střecha	26,70	0,18	0,02	0,20	1,00	5,23	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{ie} = \sum k Ak.U_{kc}.e_k$ (W/K)							25,43	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	b_u	Ak.U _{kc} . b_u	
							0,00	
							0,00	
							0,00	
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{iue} = \sum k Ak.U_{kc}.b_u$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}		Ak.Uk. f_{ij}	
VN3	Vnitřní stěna 200	20°C	4,80	0,77	-0,185		-0,68	
D7	Interiérové dveře	20°C	2,20	1,50	-0,185		-0,61	
VN2	Vnitřní stěna 200	20°C	31,36	0,769	-0,185		-4,47	
D7	Interiérové dveře	20°C	6,60	1,50	-0,185		-1,83	
VN2	Vnitřní stěna 200	24°C	7,53	0,769	-0,333		-1,93	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{ij} = \sum k Ak.Uk.f_{ij}$ (W/K)							-9,52	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	Gw	$fg_1.fg_2.Gw$
P1	Podlaha k zemině- DLAŽBA	26,7	0,193	5,1531	1,45	0,37	1	0,54
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{ig} = (SkAk.U_{equiv,k}).fg_1.fg_2.Gw$ (W/K)							2,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							18,67	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	HT_{i}	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	15	-12	27	18,67	504,13			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)				
74,76	-12	15	0,50	37,38				
počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$				
1	4,5	0,02	1	13,46				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
37,38	12,71	27,00	343,15					
Návrhový výkon		$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 847,28W$						

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 113-ŠATNA																			
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		15°C																	
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C																	
Tepelné ztráty do venkovního prostředí																			
Stavební konstrukce																			
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek												
SO.1	Obvodová stěna- kámen	11,39	0,16	0,02	0,18	1,00	2,07												
S3.1	Plochá střecha	8,30	0,18	0,02	0,20	1,00	1,63												
							0,00												
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							3,70												
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem																			
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu												
PN1	VNITŘNÍ STĚNA 150	9,88	1,22	0	1,22	0,55556°C	6,70												
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							6,70												
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty																			
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij	Ak.Uk.fij													
VN2	Vnitřní stěna 300	20°C	2,21	0,56	-0,185	-0,23													
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-0,23												
Tepelné ztráty zeminou																			
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw											
P1	Podlaha k zemině- dlažba	8,3	0,193	1,6019	1,45	0,37	1	0,54											
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,86												
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							11,03												
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>$t_{int,i}$</th> <th>t_e</th> <th>$t_{int,i} - t_e$</th> <th>$HT_{,i}$</th> <th>Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>-12</td> <td>27</td> <td>11,03</td> <td>297,73</td> </tr> </tbody> </table>										$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)	15	-12	27	11,03	297,73
$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)															
15	-12	27	11,03	297,73															
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání																			
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky																
23,24	-12	15	n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)															
			0,50	11,62															
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltračí $V_{inf,i}$															
0	4,5	0,02	1	4,18															
Výpočet tepelné ztráty větráním																			
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)																
11,62	3,95	27,00	106,67																
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 404,40W$																		

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 114- KUCHYŇĚ									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
SO.1	Obvodová stěna- kámen	15,86	0,16	0,02	0,18	1,00	2,89		
S3.1	Plochá střecha	11,80	0,18	0,02	0,20	1,00	2,31		
O7	Okno 1,27x0,7	0,89	1,10		1,10	1,00	0,98		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							6,18		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
PN2	VNITŘNÍ STĚNA 100	9,88	1,56	0	1,56	0,625°C	9,65		
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							9,65		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}			Ak.Uk.fij	
S2	Vnitřní nosná stěna	15°C	13,98	0,56	0,156			1,22	
D2	Interiérové dveře	15°C	2,20	1,50	0,750			2,48	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							3,70		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	$fg1.fg2.Gw$	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	11,8	0,193	2,2774	1,45	0,47	1	0,68	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							1,55		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							21,08		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	HT_{i}	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	20	-12	32	21,08	674,43				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
33,04	-12	20	1,50	49,56					
počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
				$V_{inf,i}$					
1	4,5	0,02	1	5,95					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
49,56	16,85	32,00	539,21						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 1213,65W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 116- CHODBA									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		15°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	e_k	Ak.U _{kc} . e_k		
S3.1	Plochá střecha	5,00	0,18	0,02	0,20	1,00	0,98		
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.U_{kc}.e_k$ (W/K)							0,98		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	bu	Ak.U _{kc} . bu		
PN1	VNITŘNÍ STĚNA 150	3,02	1,22	0	1,22	0,55556°C	2,05		
D8	interiérové dveře	1,38	1,50	0	1,50	0,55556°C	1,15		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.U_{kc}.bu$ (W/K)							3,20		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}	Ak.U _k . f_{ij}			
VN3	Vnitřní stěna 200	20°C	11,62	0,77	-0,185	-1,65			
PN1	Vnitřní stěna 150	20°C	5,85	1,22	-0,185	-1,32			
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	3,04	1,22	-0,333	-1,24			
D8	Interiérové dveře	20°C	1,38	1,50	-0,185	-0,38			
D6	Interiérové dveře	24°C	1,58	1,50	-0,333	-0,79			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.U_k.f_{ij}$ (W/K)							-5,38		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg_1	fg_2	Gw	$fg_1.fg_2.Gw$	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	5	0,193	0,965	1,45	0,37	1	0,54	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg_1.fg_2.Gw$ (W/K)							0,52		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							-0,69		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	15	-12	27	-0,69	-18,60				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)					
14,00	-12	15	0,50	7,00					
počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrační $V_{inf,i}$					
				$V_{inf,i}$					
0	4,5	0,02	1	2,52					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
7,00	2,38	27,00	64,26						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 45,66W$								

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 117-WC MUŽI								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Plochá střecha	7,40	0,18	0,02	0,20	1,00	1,45	
							0,00	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $H_{T,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							1,45	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}		Ak.Uk.fij	
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	11,62	0,77	0,156		1,40	
VN2	Vnitřní stěna 300	15°C	4,16	0,56	0,156		0,36	
D7	Interiérové dveře	15°C	2,20	1,50	0,156		0,52	
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	6,65	1,22	-0,125		-1,01	
VN3	Vnitřní stěna 200	24°C	3,25	0,77	-0,125		-0,31	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							0,95	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
P1	Podlaha k zemině- dlažba	7,4	0,193	1,4282	1,45	0,47	1	0,68
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $H_{T,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,97	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							3,37	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	20	-12	32	3,37	107,87			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)				
20,72	-12	20	1,00	20,72				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$				
0	4,5	0,02	1	3,73				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
20,72	7,04	32,00	225,43					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 333,31W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 118- WC ŽENY								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Plochá střecha	8,30	0,18	0,02	0,20	1,00	1,63	
Ok	Okno 2,675x1	2,68	1,10		1,10	1,00	2,94	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							4,57	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,ue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij		Ak.Uk.fij	
VN2	Vnitřní stěna 300	15°C	6,24	0,56	0,156		0,55	
D7	Interiérové dveře	15°C	2,20	1,50	0,156		0,52	
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	4,18	1,22	-0,125		-0,64	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							0,43	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
P1	Podlaha k zemině- dlažba	8,3	0,193	1,6019	1,45	0,47	1	0,68
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							1,09	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = HT_{i,e} + HT_{i,ue} + HT_{i,j} + HT_{i,g}$							6,08	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	20	-12	32	6,08	194,66			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)				
23,24	-12	20	1,00	23,24				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$				
2	4,5	0,02	1	4,18				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
23,24	7,90	32,00	252,85					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 447,51W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 120- ŠATNA ZAMĚŠTNANCI								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i}$ =	24°C							
Návrhová venkovní teplota t_e =	-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Plochá střecha	3,30	0,18	0,02	0,20	1,00	0,65	
							0,00	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							0,65	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
PN2	VNITŘNÍ STĚNA 100	6,09	1,56	0	1,56	0,66667°C	6,35	
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							6,35	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij		Ak.Uk.fij	
PN1	Vnitřní stěna 150	24°C	5,92	1,22	0,000		0,00	
D8	Interiérové dveře	20°C	1,38	1,50	0,111		0,23	
PN1	Vnitřní stěna 150	15°C	5,86	1,22	0,250		1,79	
D8	Interiérové dveře	15°C	1,38	1,50	0,250		0,52	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							2,53	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
P1	Podlaha k zemině- dlažba	3,3	0,193	0,6369	1,45	0,53	1	0,77
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,49	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							10,01	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	24	-12	36	10,01	360,53			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)				
9,24	-12	24	0,50	4,62				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$				
0	4,5	0,02	1	1,66				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
4,62	1,57	36,00	56,55					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 417,08W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 121-WC, SPRCHA ZAMĚŠTNANCI								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i}$ =	24°C							
Návrhová venkovní teplota t_e =	-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Plochá střecha	3,60	0,18	0,02	0,20	1,00	0,71	
SO.1	Obvodová stěna-kámen	12,13	0,16	0,02	0,18	1,00	2,21	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{i,e} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							2,91	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
PN2	VNITŘNÍ STĚNA 100	4,36	1,56	0	1,56	0,66667°C	4,54	
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{i,ue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							4,54	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	fij		Ak.Uk.fij	
D8	Interiérové dveře	20°C	1,38	1,50	0,111		0,23	
PN2	Vnitřní stěna 100	20°C	5,86	1,56	0,111		1,02	
D8	Interiérové dveře	20°C	1,38	1,50	0,111		0,23	
							0,00	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{i,j} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							1,48	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
P1	Podlaha k zemině- dlažba	3,6	0,193	0,6948	1,45	0,53	1	0,77
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{i,g} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,i,e} + H_{T,i,ue} + H_{T,i,j} + H_{T,i,g}$							9,46	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{i,j}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	24	-12	36	9,46	340,70			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)				
10,08	-12	24	1,00	10,08				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$				
0	4,5	0,02	1	1,81				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
10,08	3,43	36,00	123,38					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 464,08W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 122- WELLNESS									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		24°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
S3.1	Plochá střecha	15,40	0,18	0,02	0,20	1,00	3,02		
SO.1	Obvodová stěna-kámen	12,13	0,16	0,02	0,18	1,00	2,21		
SO.3	Obvodová stěna- terén	4,61	0,26	0,02	0,28	1,00	1,28		
O8	Okno 1,950x2,8	5,55	1,10		1,10	1,00	6,11		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							12,61		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
PN1	VNITŘNÍ STĚNA 1150	16,78	1,22	0	1,22	0,66667°C	13,65		
D6	Interiérové dveře	1,58	1,50	0	1,50	0,66667°C	1,58		
Celk. měrná tepel. ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							15,23		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílne tepoty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}	Ak.Uk.fij			
D6	Interiérové dveře	15°C	1,58	1,50	0,250	0,59			
PN1	Vnitřní stěna 150	15°C	3,04	1,22	0,250	0,93			
PN1	Vnitřní stěna 150	20°C	5,92	1,22	0,111	0,80			
VN3	Vnitřní stěna 200	20°C	3,25	0,77	0,111	0,28			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							2,60		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	15,4	0,193	2,9722	1,45	0,53	1	0,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							2,27		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							32,71		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	24	-12	36	32,71	1177,69				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
43,12	-12	24	1,50	64,68					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
1	4,5	0,02	1	7,76					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
64,68	21,99	36,00	791,68						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i}$			1969,38W					

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 123- ŠATNA									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		24°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
S3.1	Plochá střecha	5,90	0,18	0,02	0,20	1,00	1,16		
							0,00		
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							1,16		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}	Ak.Uk.fij			
PN1	Vnitřní stěna 150	20°C	10,05	1,22	0,111	1,36			
D6	Interiérové dveře	15°C	1,58	1,50	0,250	0,59			
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	8,27	0,77	0,250	1,59			
						0,00			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							3,54		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	5,9	0,193	1,1387	1,45	0,53	1	0,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,87		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							5,57		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	24	-12	36	5,57	200,61				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
14,84	-12	24	0,50	7,42					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
0	4,5	0,02	1	2,67					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
7,42	2,52	36,00	90,82						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} =$			291,43W					

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 124- WC									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		24°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
S3.1	Plochá střecha	1,80	0,18	0,02	0,20	1,00	0,35		
SO.1	Obvodová stěna-kámen	5,28	0,16	0,02	0,18	1,00	0,96		
OK	Okno 2,2x1,0	2,25	0,77		1,10	1,00	2,48		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							3,79		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
							0,00		
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}			Ak.Uk.fij	
PN2	Vnitřní stěna 100	20°C	3,38	1,56	0,111			0,59	
VN3	Vnitřní stěna 200	15°C	4,15	0,77	0,250			0,80	
								0,00	
								0,00	
								0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							1,38		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	1,8	0,193	0,3474	1,45	0,53	1	0,77	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,27		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							5,44		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	24	-12	36	5,44	195,82				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
5,04	-12	24	1,50	7,56					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
1	4,5	0,02	1	0,91					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
7,56	2,57	36,00	92,53						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} =$			288,35W					

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 126- TECHNICKÁ MÍSTNOST									
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		15°C							
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C							
Tepelné ztráty do venkovního prostředí									
Stavební konstrukce									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek		
S3.1	Plochá střecha	8,10	0,18	0,02	0,20	1,00	1,59		
SO.1	Obvodová stěna-kámen	7,87	0,16	0,02	0,18	1,00	1,43		
SO.3	Obvodová stěna- terén	14,07	0,26	0,02	0,28	1,00	3,91		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							6,93		
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem									
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu		
VN3	Vnitřní stěna 200	7,63	0,77	0	0,77	0,55556°C	3,26		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							3,26		
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty									
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}	Ak.Uk.fij			
VN3	Vnitřní stěna 200	20°C	3,35	0,77	-0,185	-0,48			
VN3	Vnitřní stěna 200	24°C	9,71	0,77	-0,333	-2,49			
D6	Interiérové dveře	24°C	1,58	1,50	-0,333	-0,79			
							0,00		
							0,00		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							-3,76		
Tepelné ztráty zeminou									
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw	
P1	Podlaha k zemině- dlažba	8,1	0,193	1,5633	1,45	0,37	1	0,54	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,84		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							7,28		
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)				
	15	-12	27	7,28	196,53				
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání									
Objem místnosti V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky						
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m3/h)					
22,63	-12	15	0,50	11,32					
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$					
0	4,5	0,02	1	4,07					
Výpočet tepelné ztráty větráním									
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)						
11,32	3,85	27,00	103,87						
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} =$				300,40W				

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 201- GALERIE + SCHODIŠTĚ								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	e_k	Ak.Ukc.ek	
S3.1	Šikmá střecha	45,00	0,22	0,02	0,24	1,00	10,76	
SO.1	Obvodová stěna-kámen	6,57	0,16	0,02	0,18	1,00	1,19	
							0,00	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $HT_{,ie} = \sum k Ak.Ukc.ek$ (W/K)							11,95	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	Ukc	bu	Ak.Ukc.bu	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{,iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f_{ij}		Ak.Uk.fij	
s2.1	Podlaha s dlažbou	15°C	15,50	0,63	0,156		1,52	
							0,00	
							0,00	
							0,00	
							0,00	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{,ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							1,52	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	$U_{equiv,k}$	$Ak.U_{equiv,k}$	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $HT_{,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							13,47	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$HT_{,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	20	-12	32	13,47	431,14			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h-1)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)				
90,25	-12	20	0,50	45,13				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$				
0	4,5	0,02	1	16,25				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
45,13	15,34	32,00	490,96					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 922,10W$							

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost číslo 202- KANCELÁŘ								
Návrhová teplota místnosti $t_{int,i} =$		20°C						
Návrhová venkovní teplota $t_e =$		-12°C						
Tepelné ztráty do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	e_k	Ak.U _{kc} . e_k	
S3.1	Šikmá střecha	61,20	0,22	0,02	0,24	1,00	14,63	
SO.1	Obvodová stěna-kámen	16,12	0,16	0,02	0,18	1,00	2,93	
SP	Prosklená stěna	16,33	1,10		1,10	1,00	17,96	
D5	Dveře 0,8x2,14	1,72	1,30		1,30	1,00	2,23	
O11	Okno 1,2X0,75	0,90	1,10		1,10	1,00	0,99	
Celk. měrná tepelná ztráta přímo do venko. prostředí $H_{T,ie} = \sum k Ak.U_{kc}.e_k$ (W/K)							38,74	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU_k	U _{kc}	bu	Ak.U _{kc} .bu	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum k Ak.U_{kc}.bu$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Č.k.	Popis	t_{vm}	Ak	Uk	f _{ij}		Ak.U _k .f _{ij}	
s2.1	Podlaha s laminem	15°C	38,10	0,63	0,156		3,74	
							0,00	
							0,00	
							0,00	
							0,00	
							0,00	
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $H_{T,ij} = \sum k Ak.U_k.f_{ij}$ (W/K)							3,74	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.k.	Popis	Ak	U _{equiv,k}	Ak.U _{equiv,k}	fg1	fg2	Gw	fg1.fg2.Gw
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $H_{T,ig} = (\sum k Ak.U_{equiv,k}).fg1.fg2.Gw$ (W/K)							0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{Ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							42,49	
	$t_{int,i}$	t_e	$t_{int,i} - t_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $F_{T,i}$ (W)			
	20	-12	32	42,49	1359,60			
Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání								
Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota t_e	výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$	Hygienické požadavky					
			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)				
106,86	-12	20	0,50	53,43				
počet nechráněných otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel e	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$				
2	4,5	0,02	1	19,23				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max z $V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$t_{int,i} - t_e$	Návrhová ztráta větráním $F_{V,i}$ (W)					
53,43	18,17	32,00	581,32					
Návrhový výkon	$F_{HL,i} = F_{T,i} + F_{V,i} + F_{RH,i} = 1940,92W$							

B.4.3 PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT VŠECH MÍSTNOSTÍ

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT				
Číslo místnosti	Účel místnosti	Teplená ztráta prostupem FT,i (W)	Teplená ztráta větráním FV,i (W)	Návrhový výkon FHL,i (W)
101	VSTUPNÍ HALA	429,07	613,27	1042,34
102	SCHODIŠTĚ			
103	SPOLEČENSKÁ MÍSTNOST	4564,38	3868,93	8433,31
104	POKOJ	703,18	390,37	1093,55
105	KOUPELNA, WC	166,63	231,89	398,52
106	POKOJ	382,98	266,56	649,54
107	KOUPELNA, WC	168,53	231,89	400,41
108	POKOJ	382,98	266,56	649,54
109	KOUPELNA, WC	168,53	231,89	400,41
110	POKOJ	422,32	264,93	687,25
111	KOUPELNA, WC	174,14	231,89	406,02
112	CHODBA	504,13	343,15	847,28
113	ŠATNA	297,73	106,67	404,40
114	KUCHYNĚ	674,43	539,21	1213,65
115	SKLAD	NEVYTÁPĚNO		
116	CHODBA	-18,60	64,26	45,66
117	WC MUŽI	107,87	225,43	333,31
118	WC ŽENY	194,66	252,85	447,51
119	ÚKLID	NEVYTÁPĚNO		
120	ŠATNA ZAMĚSTNANCI	360,53	56,55	417,08
121	WC, SPRCHA, ZAMĚSTNANCI	340,70	123,38	464,08
122	WELNESS	1177,69	791,68	1969,38
123	ŠATNA	200,61	90,82	291,43
124	WC	195,82	92,53	288,35
125	SAUNA	ŘEŠÍ VLASTNÍ ZDROJ TEPLA		
126	TECHNICKÁ MÍSTNOST	196,53	103,87	300,40
201	GALERIE	431,14	490,96	922,10
202	KANCELÁŘ	1359,60	581,32	1940,92
203	TERASA	NEVYTÁPĚNO		
CELKEM		13585,60	10460,86	24046,46

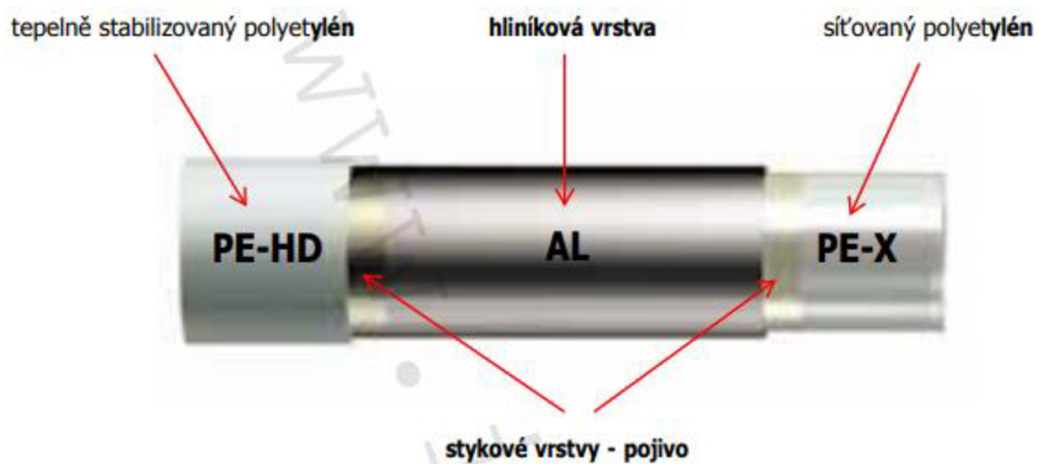
B.5 POUŽITÉ ZPŮSOBY VYTÁPĚNÍ

B.5.1 PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

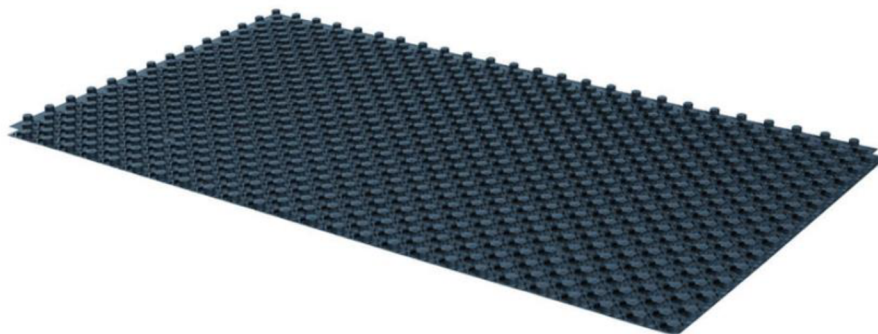
Pro podlahové vytápění bude použito vícevrstvé potrubí IVAR.ALPEX- DUO XS 16x2,0mm. Potrubí bude zacvakováno do systémové desky UPONOR, u potrubí bude dodržena rozteč trubek dle projektové dokumentace. Potrubí bude zalito roznášecí vrstvou, tedy cementovým samonivelačním potěrem. Oddělení roznášecí vrstvy od svislých konstrukcí bude pomocí obvodového dilatačního pásu. Dilatace v ploše bude provedena např. u místnosti č.103 a to z důvodu nebezpečí popraskání cementového potěru ve velké ploše a také z důvodu navržení více topných okruhů.



Obr. 17 Vícevrstvé potrubí IVAR.ALPEX – DUO XS [13]



Obr. 18 Materiálové složení vícevrstvé trubky IVAR. ALPEX- DUO XS [13]



Obr. 19 SYSTÉMOVÁ DESKA UPONOR [14]

Topné okruhy budou napojeny na rozdělovače a sběrače od firmy IVAR a umístěny v nástěnných skříních. (viz. Projektová dokumentace).

Prostupy potrubí přes dilatační pásy, dveřní přechody, průchody stěnami budou chráněny uložením do FV PE chráničky.

FV PE chráničku lze taky použít jako izolant do míst, kde teplený výkon podlahového vytápění není potřeba (rozvod v chodbách blízko rozdělovače a sběrače).

Způsob kladení bude převážně ve tvaru plošné spirály, u tohoto způsobu jsme schopni zajistit rovnoměrnou povrchovou teplotu po celé ploše podlahy. Další způsob kladení je meandr a dvojitý meandr.

Okrajová zóna bude provedena v místnostech u všech francouzských oken, či dveří do balkonů. Okrajová zóna bude v šířce 1 metr a podlahová spirála zde bude zhuštěna na 100-150mm. Okrajová zóna eliminuje negativní vliv od hůře izolujících konstrukcí a tím zvyšuje tepelnou pohodu v místnosti.

Teplotní spád topné vody bude 35/31 °C

Uvažovaný tepelný odpor nášlapných vrstev

Dlaždice - 0,0 m²*K/W

Parkety - 0,05 m²*K/W

V místnostech 103 a 102 byly navrženy podlahové konvektory z nedostačujícího tepelného výkonu od podlahového vytápění. Ze stejného důvodu bylo přidáno deskové otopné těleso do místnosti 114. V části wellness jsou navrženy i elektrické přímotopné tělesa.

B.5.1.1 REGULACE TOPNÝCH OKRUHŮ

Pro regulaci topných okruhů bude použit pokojový termostat BT-DP-01. Termostat bude umístěn na stěně v dané místnosti viz, projektová dokumentace. Termostat bude napojen na 230 V- řeší profese elektro.

Termostat bude umístěn ve výšce cca 1,2 m od osy. A vzdálen od dveří, nebo oken minimálně 20 centimetrů.



Obr. 20 Pokojový termostat pro podlahové vytápění BT-DP-01 [15]

B.5.2 DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA KORADO RADIK VK

Jedná se o desková otopná tělesa v provedení ventil kompakt, které umožňuje pravé spodní připojení. Za zadní strany jsou přivařeny dvě spodní a horní příchytky za které se těleso věší na zeď.

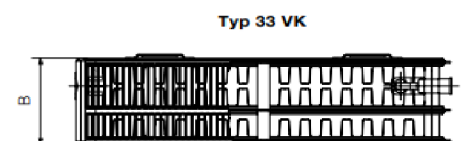
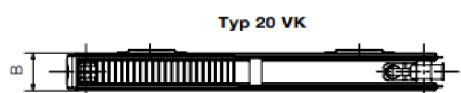
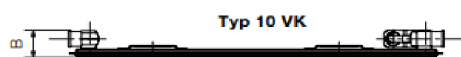
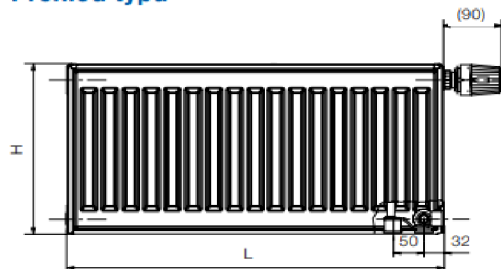
Otopné tělesa RADIK VK jsem instaloval do místnosti 114 kuchyně z důvodu nedostačujícího tepelného výkonu od podlahového vytápění. Druhé těleso jsem umístil do druhého patra do místnosti 201 galerie.



Popis

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

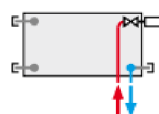
Přehled typů



Technické údaje

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

Způsoby připojení na otopnou soustavu



pravé spodní
φ = 1

Obr. 21 Desková tělesa Korado Radik VK [16]

B.5.2.1 ARMATURY PRO PŘIPOJENÍ DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES

Pro desková otopná tělesa Radik VK je navrženo připojovací šroubení Vekolux v přímém provedení. Tělesa budou taky osazena termostatickými hlavice Heimer typu K .



Obr. 22 Přímé šroubení Vekolux [16]



Obr. 23 Termostatická hlavice Heimer typu K [16]

B.5.3 PODLAHOVÉ KONVEKTORY

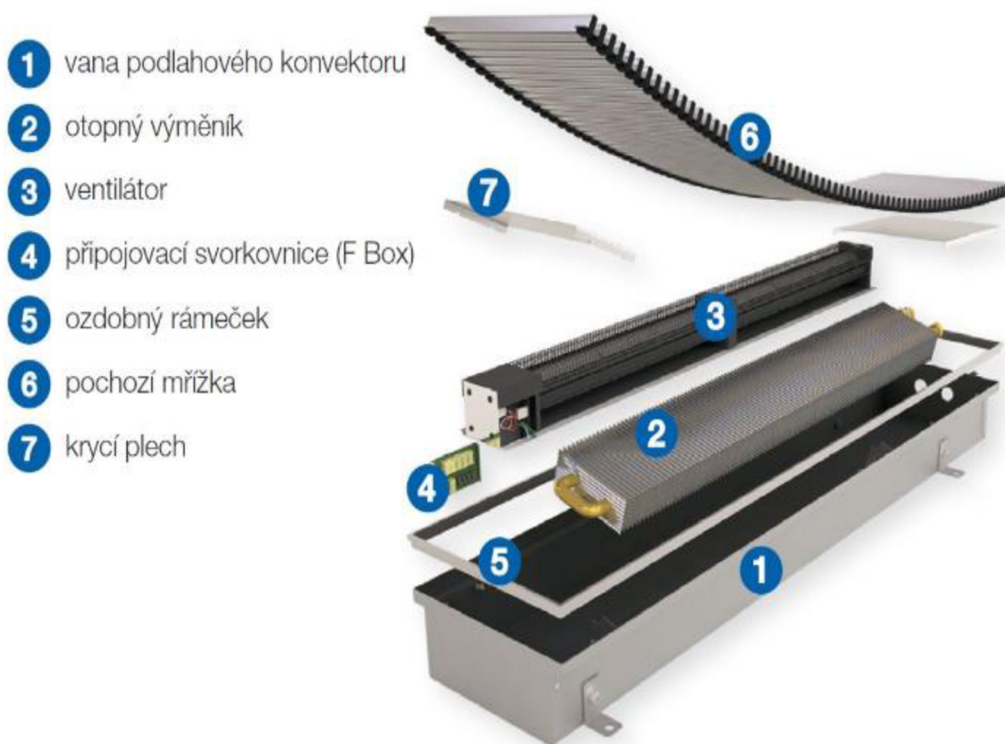
B.5.3.1 PODLAHOVÝ KONVEKTOR- KORAFLEX FV

Jedná se o otopné těleso zabudované do podlahy. Navrhnul jsem ho z nedostatku tepelného výkonu od podlahového vytápění. Konvektor Koraflex FV má v sobě zabudovaný ventilátor, který dosahuje při malé hlučnosti vysokých tepelných výkonů. Konvektor je třeba napojit na elektřinu, právě díky ventilátoru.

Tyhle konvektory jsem navrhl do místnosti 103 společenská místnost, z důvodu nedostatku tepelného výkonu od podlahového vytápění a také zvýšení tepelné pohody. Konvektory budou umístěny pod francouzskými okny.

Taktéž u místnosti 202 kancelář, jsem zvolil tyhle konvektory z důvodu větší estetičnosti a údržbě místa oproti deskovým otopným tělesům.

Rozklad konvektoru s ventilátorem



Obr. 24 Podlahový konvektor – Koraflex FV [16]

B.5.3.2 PODLAHOVÝ KONVEKTOR- KORAFLEX POOL-V FVP

Jedná se o podlahový konvektor s nucenou konvekcí pro topení do vlhkého prostředí. Tento konvektor jsem umístil do místnosti č. 122 Wellness, z předpokládané vysoké vlhkosti.

Na konvektor bude osazena hliníková mřížka a bude ukončený přehybem- nelze na něj osadit krycí rámeček.

Konvektor bude vyspádovaný k odtoku a odtok napojen na kanalizaci.

Konvektor musí být pravidelně omýván čistou vodou a následně vysušen. Je nezbytné dodržovat zásady pro údržbu nerezových materiálů pro dosažení dlouhé životnosti.

B.5.3.3 REGULACE PODLAHOVÝCH KONVEKTORŮ

Regulace konvektorů bude probíhat pomocí pokojového termostatu SIEMENS RDG 160T s displejem umístěného na stěně poblíž konvektoru. Napojení termostatu řeší profese elektro.



Obr. 25 Pokojový termostat SIEMENS RDG 160T [16]

B.5.4 TRUBKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA KORALUX LINEAR MAX-M

Do koupelen jsem navrhl trubková otopná tělesa se spodním středovým připojením, převážně ke zvýšení komfortu a sušení prádla či ručníků. Otopné těleso bude upevněno na stěnu a vybaveno odvzdušňovací a zaslepovací zátkou.

KORALUX LINEAR MAX, LINEAR MAX - M



Technické údaje

Výška H	690, 900, 1215, 1495, 1810 mm
Délka L	450, 600, 750 mm
Hloubka B	35 mm
Připojovací rozteč (KLM)	$h = L - 30$ mm
Připojovací rozteč (KLMM)	50 mm
Připojovací závit (KLM)	4 x G 1/2 vnitřní
Připojovací závit (KLMM)	6 x G 1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Zkušební přetlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Průtokový součinitel (KLM)	$A_p = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Průtokový součinitel (KLMM)	$A_p = 9,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2$
Součinitel odporu (KLM)	$\xi_r = 1,8$
Součinitel odporu (KLMM)	$\xi_r = 9,3$

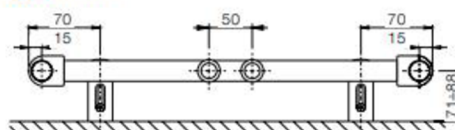
Konstrukce

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

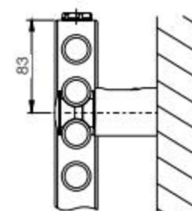
KORALUX LINEAR MAX - M (KLMM) je trubkové otopné těleso upravené pro **spodní středové připojení** s připojovací roztečí 50 mm.

Ocelové trubky $\varnothing 24$ mm
Ocelový profil 41 x 35 mm

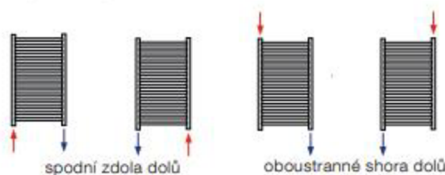
Upevnění



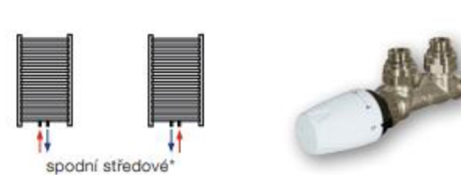
Dodávaná souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vruty, hmoždinky a návod na montáž.



Způsob připojení KORALUX LINEAR MAX



Způsob připojení KORALUX LINEAR MAX - M



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

Obr. 26 Trubkové otopné těleso Koralux Linear Max-M [16]

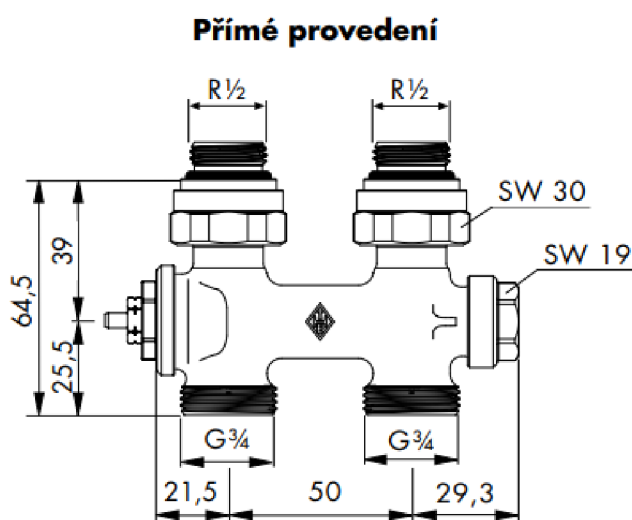
B.5.4.1 PŘIPOJENÍ TRUBKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES

Připojení proběhne pomocí přímé armatury HM. V těle armatury je integrovaný ventil a regulační uzavírací šroubení. To umožňuje odpojit otopné těleso od otopné soustavy bez přerušení provozu.

Armatura umožňuje přednastavení průtoku otopným tělesem, jeho uzavření na vstupu i výstupu a díky termostatické hlavici regulaci tepelného výkonu otopného tělesa v závislosti na teplotě ve vytápěné místnosti. Stupeň přednastavení je dán počtem otáček kuželky regulačního šroubení z polohy „uzavřeno“. Přednastavení regulačního stupně je reprodukovatelné tj. při uzavření průtoku a následném otevření nedojde ke změně v nastavení regulačního stupně. [16]



Obr. 27 Armatura HM [16]

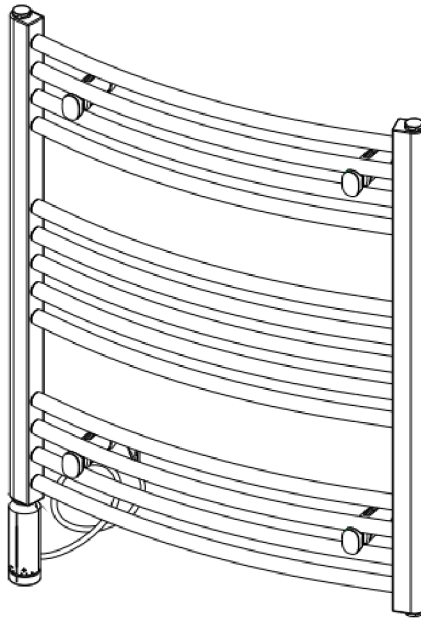


Obr. 28 Přímá armatura HM [16]

B.5.5 ELEKTRICKÁ TRUBKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA

Z důvodu nedostačujícího tepelného výkonu v místnostech 120+121, 122 a 123+124 jsou navrženy elektrické přímotopné tělesa Koralux Linear MAX-ER.

„Elektrický přímotop KORALUX LINEAR MAX - ER je osazen elektrickým topným tělesem s elektronickým regulátorem prostorové teploty vzduchu. Standardně je dodáván v bílé barvě RAL 9016, potom je elektrické topné těleso vybaveno bílým regulátorem s bílým připojovacím kabelem.“ [16] Přímotopné tělesa budou osazeny ve svislé poloze.



Obr. 29 Elektrický přímotop Koralux Linear Max-ER [16]

B.7 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Příprava teplé vody v zimním období bude zajištěna tepelným čerpadlem. V létě bude využit solární systém se solárními kolektory. Pro stanovení potřeby tepla pro ohřev teplé vody jsem použil zásobníkový ohřev.

Denní spotřeba teplé vody	V_{p2}	177 l/lůžko
Počet lůžek	n	8
Teplota studené vody	t_s	10 °C
Teplota teplé vody	t_t	55 °C
Teplota topné vody – přívod	t_{w1}	50 °C
Teplota topné vody – vrat	t_{w2}	40 °C

B.7.1 CELKOVÁ POTŘEBA TEPLÉ VODY

$$V = V_{p2} * n = 177 * 8 = 1416 / den = 1,416 m^3 / den$$

B.7.2 POTŘEBA TEPLA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY

TEORETICKÉ TEPLLO ODEBRANÉ Z OHŘÍVAČE

$$Q_{2t} = c * V * (t_t - t_s) = 1,163 * 1,456 * (55 - 10) = 74,1 kWh/den$$

ZTRÁTY TEPLA PŘI OHŘEVU A DISTRIBUCI TEPLÉ VODY

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 74,1 * 0,5 = 37,05 kWh/den$$

kde z – součinitel zohledňující ztráty tepla při ohřevu a distribuci v rozvodech TV a cirkulaci

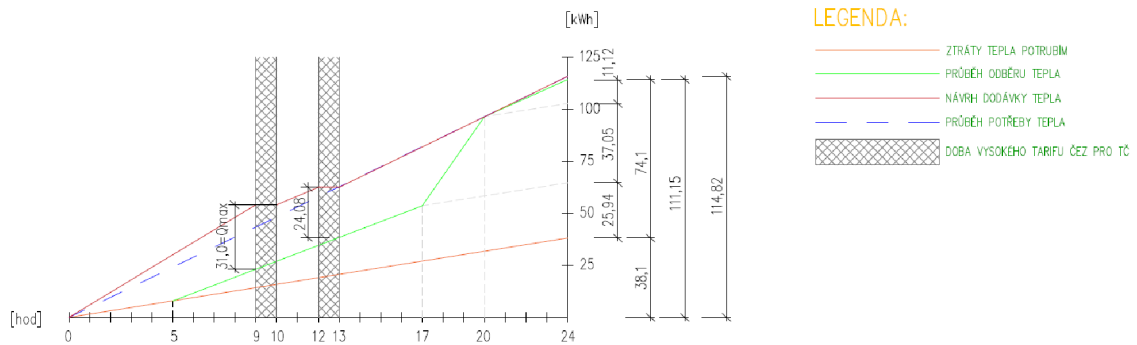
celková potřeba tepla pro ohřev TV

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 74,1 + 37,05 = 111,15 kWh/den$$

Tab. 26 Časové rozložení odběru teplé vody

čas odběru [hod]	Délka odběru	procento odběru	odebrané teplo [kWh/den]	ztráta tepla [kWh/den]	celková potřeba tepla [kWh/den]
5-17	13	35%	25,94	12,97	38,911
17-20	3	50%	37,05	18,53	55,58
20-24	4	15%	11,12	5,56	16,68
Σ	20	100%	74,1	37,05	111,15

NÁVRH DODÁVKY TEPLA PRO OHŘEV TEPLÉ VODY



Obr. 30 Graf denní potřeby a dodávky tepla

OBJEM ZÁSOBNÍKU TEPLÉ VODY

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (t_t - t_s)} = \frac{31}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,592 \text{ m}^3 = 592 \text{ l}$$

JMENOVITÝ VÝKON OHŘEVU

pokrytí dodávky tepla po dobu 20 hodin

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{114,82}{20} = 5,79 \text{ kW} = \text{výkon ohřevu}$$

předeřev pro pokrytí časových pásem vysokého tarifu dodávky el. energie

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{54,1}{9} = 6,01 \text{ kW} = \text{výkon ohřevu}$$

Navrhuji 2x zásobník OKC 400 NTRR/HP/SOL o objemu 2x 352l
 352 l + 352l > 592 l => vyhovuje

Tab. 27 Nepřímotopný zásobník OKC NTRR/HP/SOL [17]

TYP		OKC 400 NTRR/HP/SOL	OKC 500 NTRR/HP/SOL
OBJEM	l	352	469
VÝŠKA	mm	1644	1914
PRŮMĚR	mm	700	700
MAXIMÁLNÍ HMOTNOST BEZ VODY	kg	183	233
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar	10	10
MAXIMALNÍ PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar	10	10
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ TEPLOTA VE VÝMĚNÍKU	°C	110	110
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C	80	80
VÝHŘEVNÁ PLOCHA VÝMĚNÍKU spodní/horní	m ²	1,4 / 3,1	2 / 4,8
OBJEM VÝMĚNÍKU spodní/horní	l	9 / 19,3	12,3 / 29,7
DOBA OHŘEVU VÝMĚNÍKEM Z 10°C NA 60°C (spodním/horním)	min	22 / 32	27 / 26
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI		C	C
STATICKÁ ZTRÁTA	W	90	105

B.8 NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

Potřeba teplé vody	V_{os}	177l.lůžko
Počet lůžek	n	8
Teplota studené vody	t_s	10 °C
Teplota teplé vody	t_t	55 °C
Přirážka na tepelné ztráty přípravy TV (centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací)	z	0,3

B.8.1 DENNÍ SPOTŘEBA TEPLÉ VODY

$$V_{TV,den} = n * V_{os} = 177 * 8 = 1,46 \text{ m}^3 * \text{den}^{-1}$$

B.8.2 DENNÍ POTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

$$V_{TV,den} = (1+z) * c * V_{TV,den} * (t_t - t_s) = (1+0,3) * 1,163 * 1,416 * (55-10) = 96,34 \text{ kWh} * \text{den}^{-1}$$

B.8.3 TYP SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

NAVHRUJU SOLÁRNÍ KOLEKTOR PROPLUS SUNTIME 2.1

Azimut	γ	15°
Úhel sklonu	β	45°
Optická účinnost	η_0	80,34%
Koeficient tepelné ztráty	a_1	3,8245 W*m ⁻² *K ⁻¹
Koeficient tepelné ztráty	a_2	0,0056 W*m ⁻² *K ⁻¹
Plocha apertury	A_a	1,842m ²
Střední teplota teplotonosné látky	t_m	40°C



Obr. 31 Solární kolektor Suntime 2.1 [18]

VÝPOČET SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ JSEM PROVEDL DLE ZJEDNODUŠENÉ METODY NA PORTÁLU TZB-INFO PODLE TNI 73 0302

B.8.4 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Tab. 28 Příprava teplé vody [19]

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.)	8	jednotek ???										
Měrná spotřeba teplé vody na jednotku	177	l/jedn.den ???										
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	1416	l/den ???										
Snižovaná spotřeba tepla v letních měsících	<input type="radio"/> Ano ??? <input checked="" type="radio"/> Ne											
Teplota studené vody t_{SV} (5 až 18 °C)	10	°C ???										
Teplota teplé vody t_{TV} (19 až 95 °C)	55	°C ???										
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací ▼ ???											
<input checked="" type="checkbox"/> Zadat profil odběru teplé vody ???												
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{p,TV}$ [kWh/měs.]	2987	2698	2987	2890	2987	2890	2987	2987	2890	2987	2890	2987

B.8.5 PARAMETRY KOLEKTORU

Tab. 29 Parametry solárního kolektoru Suntime 2.1 [19]

Optická účinnost η_0 (0 až 1)	0,7347	???
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,8245	W/m ² .K ???
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0.0056	W/m ² .K ² ???
Počet kolektorů	24	ks ???
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	1.842	m ² ???
Celková plocha apertury kolektorů	44.2	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	40 °C - Příprava teplé vody, 35 % < pokrytí < 70 % ▼ ???	
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	Příprava teplé vody, do 10 m2 ▼ ???	
Sklon kolektoru β	45 ▼	° ???
Azimut kolektoru γ (jih = 0°)	15 ▼	° ???

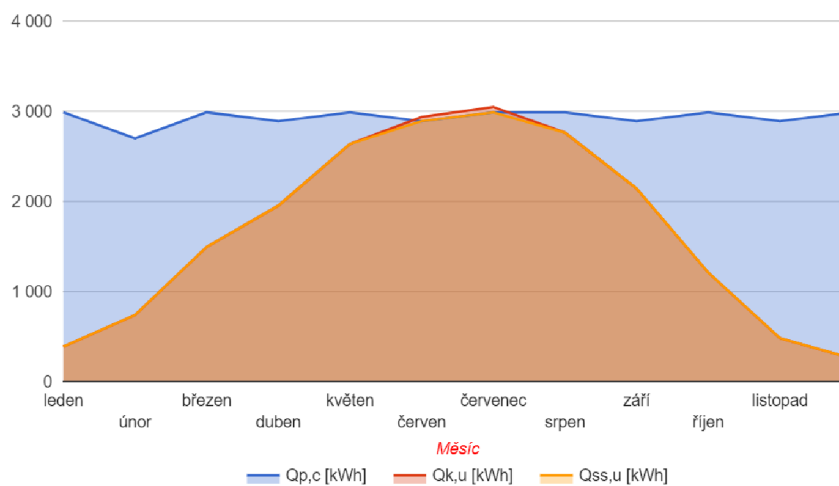
B.8.6 NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

Tab. 30 Návrh solárních kolektorů [19]

měsíc	n	t_{ep}	t_{es}	$G_{T,m}$	η_k	$H_{T,den}$	$H_{T,měs}$	$Q_{k,u}$	$Q_{p,TV}$	$Q_{p,VVT}$	$Q_{p,BV}$	$Q_{p,c}$	$Q_{ss,u}$	
	dny	°C	°C	W/m ²	-	kWh/m ² .den	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
leden	31	-1.5	2.2	408	0.36	1.09	33.8	388	2987	0	0	2987	388	
únor	28	0	3.4	479	0.43	1.94	54.3	738	2698	0	0	2698	738	
březen	31	3.2	6.5	526	0.48	3.16	98	1494	2987	0	0	2987	1494	
duben	30	8.8	12.1	521	0.52	3.92	117.6	1952	2890	0	0	2890	1952	
květen	31	13.6	16.6	516	0.56	4.81	149.1	2636	2987	0	0	2987	2636	
červen	30	17.3	20.6	512	0.59	5.25	157.5	2936	2890	0	0	2890	2890	
červenec	31	19.2	22.5	508	0.6	5.15	159.7	3047	2987	0	0	2987	2987	
srpen	31	18.6	22.6	509	0.6	4.66	144.5	2762	2987	0	0	2987	2762	
září	30	14.9	19.4	509	0.58	3.9	117	2142	2890	0	0	2890	2142	
říjen	31	9.4	13.8	479	0.52	2.37	73.5	1210	2987	0	0	2987	1210	
listopad	30	3.2	7.3	417	0.42	1.2	36	482	2890	0	0	2890	482	
prosinec	31	-0.2	3.5	377	0.34	0.76	23.6	258	2987	0	0	2987	258	
								1164	20045	35167	0	0	35167	19939

Tab. 31 Zisky solární soustavy [19]

$q_{ss,u}$	451 kWh/m ² .rok
f	57 % ???
$Q_{ss,u}$	19939 kWh/rok



Obr. 32 Graf bilance energií [19]

Navrhl jsem 24 ks kolektorů Suntime 2.1 o celkové ploše 44,2m². Kolektory se umístí na plochou střechu 1.NP orientovány na jih s odklonem 15° a sklonem k povrchu 45°.

Návrh potrubí k solárním kolektorům

Průtok solárního kolektoru 40-120l/h kolektor- uvažuju 80l/h

Hustota teponosné látky 1007 kg/m³

$Q_v=80*24=1920 \text{ l/h}= 1,92\text{m}^3/\text{hod}$

Navrženo měděné potrubí 35x1,5 s průtokem 1920 l/s a rychlosti proudění 0,66m/s

Legenda značení:

n	počet dní v měsíci	dny
t _{ep}	Střední venkovní teplota	°C
t _{es}	Střední teplota v době slun. svitu	°C
G _{T,M}	Střední intenzita slunečního záření	W/m ²
n _k	Průměrná účinnost kolektoru	-
H _{T,den}	Denní dávka tepla na plochu kolektoru	kWh/m ² *den
H _{T,měs}	Měsíční dávka tepla na plochu kolektoru	kWh/m ²
Q _{k,u}	Teoretický roční využitelný tepelný zisk	kWh
Q _{pTV}	Roční potřeba tepla pro ohřev TV	kWh
Q _{pVYT}	Roční potřeba tepla pro vytápění	kWh
Q _{ss,u}	Roční využitelné tepelné zisky solární soustavy	kWh
q _{ss,u}	Celkové roční využitelné zisky solární soustavy	kWh
f	Pokrytí procenta odběru	%

B.9 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Jako zdroj tepla navrhují tepelná čerpadla vzduch-voda. TČ bude umístěno na střeše na instalační plošině.

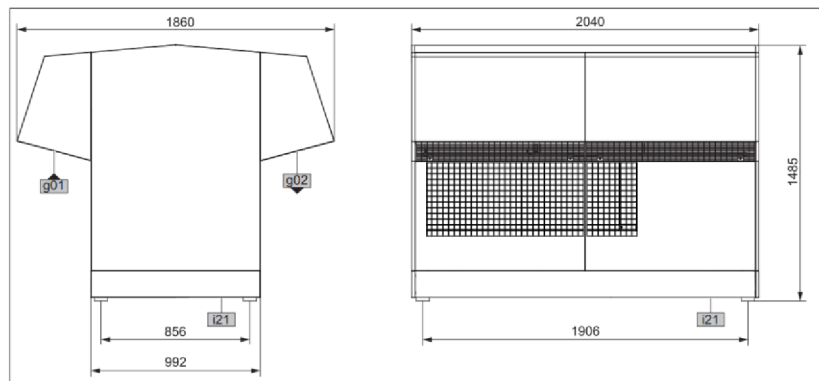
Venkovní výpočtová teplota	t_e	-12 °C
Teplotní spád topné vody	t_{w1}/t_w	50/40 °C
Celková tepelná ztráta objektu	Q_z	24,05 kW
Jmenovitý výkon ohřevu TV	Q_{TV}	6,011 kW

Výkon tepelného čerpadla uvažují na pokrytí 70% tepelné ztráty objektu a 100% pokrytí ohřevu teplé vody.

B.9.1 POTŘEBNÝ VÝKON ZDROJE TEPLA

$$Q_N = (0,70 * Q_Z) + Q_{TV} = (0,70 * 24,05) + 6,011 = 22,85 \text{ kW}$$

Navrhují 1x tepelné čerpadlo WPL57-



Obr. 33 Tepelné čerpadlo STIEBEL- ELTRON WPL57 [20]

Tab. 32 Technické údaje tepleného čerpadla STIEBEL ELTRON WPL 57 [20]

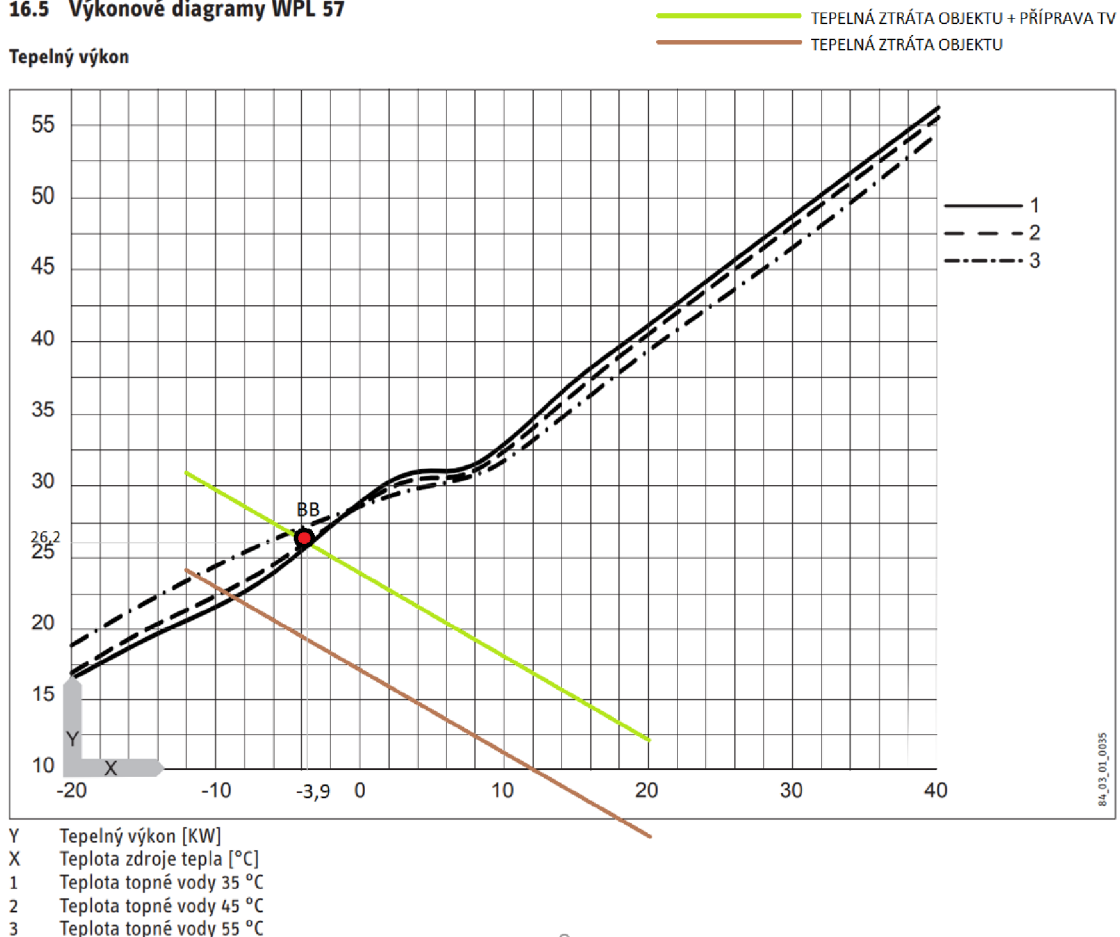
		WPL 47 228836	WPL 57 228837
Tepelný výkon			
Tepelný výkon pro A10/W35 (EN 14511)	kW	30,50	33,60
Tepelný výkon pro A7/W35 (EN 14511)	kW	26,83	31,01
Tepelný výkon pro A2/W35 (EN 14511)	kW	24,82	29,81
Tepelný výkon pro A-7/W35 (EN 14511)	kW	21,68	24,02
Tepelný výkon pro A-7/W55 (EN 14511)	kW	20,43	25,72
Tepelný výkon v Silent Mode při A-7/W35 max.	kW		22,82
Příkon			
Příkon pro A7/W35 (EN 14511)	kW	6,80	8,64
Příkon pro A2/W35 (EN 14511)	kW	7,24	9,03
Příkon pro A-7/W35 (EN 14511)	kW	7,10	8,46
Příkon pro A-7/W55 (EN 14511)	kW	9,36	11,56
Příkon ventilátoru topení max.	kW	0,65	0,65
Údaje o výkonu			
Topný faktor u A7/W35 (EN 14511)		3,94	3,59
Topný faktor u A2/W35 (EN 14511)		3,43	3,30
Topný faktor u A-7/W35 (EN 14511)		3,05	2,84
Topný faktor u A-7/W55 (EN 14511)		2,18	2,22
Údaje o hlučnosti			
Hladina akustického výkonu (EN 12102)	dB(A)	67	69
Hladina akustického výkonu Silent Mode max.	dB(A)	-	67
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 1 m ve volném prostoru	dB(A)	59	61
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 5 m ve volném prostoru	dB(A)	45	47
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 10 m ve volném prostoru	dB(A)	39	41
Meze použitelnosti			
Max. dovolený tlak	MPa	0,3	0,3
Mez použitelnosti na straně topení min.	°C	15	15
Mez použitelnosti na straně topení max.	°C	60	60
Mez použitelnosti zdroje tepla min.	°C	-20	-20
Mez použitelnosti zdroje tepla max.	°C	40	40
Energetické údaje			
Třída energetické účinnosti		A+/A++	A+/A+
Elektrotechnické údaje			
Příkon max. bez nouzového/přídavného topení	kW	13,9	15,6
Max. příkon	kW	13,4	15,1
Jištění řízení, ovládání	A	1 x B 16	1 x B 16
Jištění kompresoru	A	3 x C 32	3 x C 32
Max. impedance sítě Zmax	Ω	226	226
Fáze ovládání		1/N/PE	1/N/PE
Fáze kompresoru		3/N/PE	3/N/PE
Jmenovité napětí řízení	V	230	230
Jmenovité napětí kompresoru	V	400	400
Frekvence	Hz	50	50
Rozběhový proud (s omezovačem rozběhového proudu nebo bez něj)	A	70/-	78/-
Max. provozní proud	A	22	23
Provedení			
Materiál kondenzátoru		1.4401/Cu	1.4401/Cu
Chladicí médium		R407 C	R407 C
Množství náplně chladiva	kg	7,3	7,5
Ekvivalent CO ₂ (CO ₂ e)	t	12,95	13,31
Skleníkový potenciál chladicího média (GWP100)		1774	1744
Způsob rozmrazování		Reverzibilní chod	Reverzibilní chod
Krytí (IP)		IP14B	IP14B
Rozměry			
Výška (venkovní instalace)	mm	1485	1485
Šířka (venkovní instalace)	mm	1860	1860
Hloubka (venkovní instalace)	mm	2040	2040

B.9.2 BOD BIVALENCE

Pro stanovení bodu bivalence (BB) jsem použil výkonovou křivku výrobce pro tepelné čerpadlo WPL57. Při 20 °C uvažuji nulovou tepelnou ztrátou objektu.

16.5 Výkonové diagramy WPL 57

Tepelný výkon



Obr. 34 Stanovení bodu bivalence tepelného čerpadla [20]

Bod bivalence nastává při venkovní teplotě -3,9 °C. Výkon tepelného čerpadla je při této teplotě 26,2 kW. Při této venkovní teplotě dojde k zapojení doplňkového zdroje tepla.

B.9.3 NÁVRH DOPLŇKOVÉHO ZDROJE TEPLA

Jako doplňkový zdroj tepla pro ohřev teplé vody navrhuji elektrické topné těleso zabudované v zásobnících teplé vody.

Výkon hlavního zdroje při -12 °C	Q_1 21,30 kW
Tepelná ztráta objektu	Q_2 24,05 kW
Potřeba tepla pro TV	Q_3 6,011 kW

Pro ohřev teplé vody navrhuji 2x topné těleso STIEBEL-ELTRON BGC/45 o výkonu 2x 2-5,7Kw



Obr. 35 Topné těleso BGC/45 [21]

B.10 NÁVRH KOMBINOVANÉHO ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE

Rozdělovač a sběrač bude sloužit k distribuci topné vody a bude jej rozdělovat do čtyř větví.

Rozdělovač a sběrač bude usazen na nosných konzolách v osové vzdálenosti 1000mm na pružných podložkách a bude opatřen teplenou izolací z PUR pěny s vnější hliníkovou folii.

B.10.1 TEPELNÝ PŘÍKON PŘENÁŠENÝ KRS

$$Q_{KRS} = \sum Q_{V,i} = 12200 + 3042 + 4773 + 3093 = 23108 \text{ W}$$

kde $Q_{V,i}$ - tepelný výkon přenášený jednou distribuční větví [W]

Q_{KRS} - tepelný výkon přenášený všemi distribučními větvemi [W]

B.10.2 HMOTNOSTNÍ PRŮTOK PŘENÁŠENÝ KRS

$$m = \frac{Q}{c \cdot (t_{w1} - t_{w2})} = \frac{23108}{1,163 \cdot (35 - 31)} = 4967,3 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} = 4,97 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

NAVRHUJI RS MINI 4.0

Tab. 33 Technické informace RS MINI 4.0 ETL Ekotherm-návrh modulu [22]

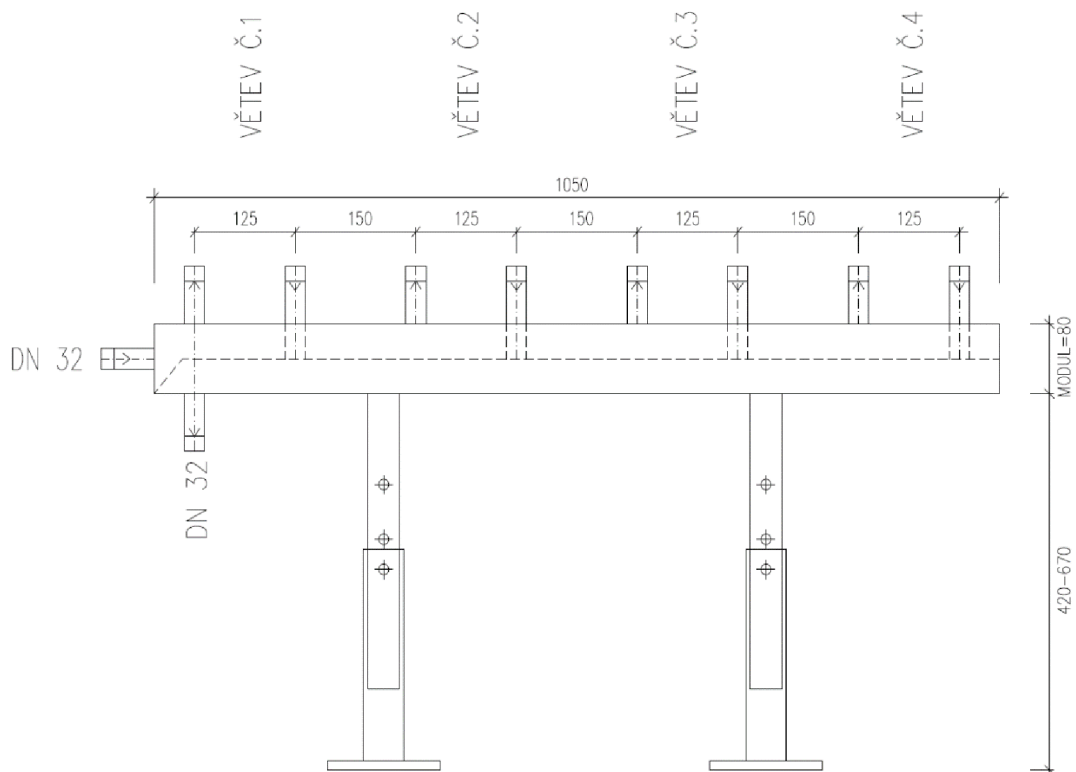
TYP RS	hrdla od zdroje	hrdla výstupní	MODUL	výška hrdel [mm]	počet výst. větví	celková délka [mm]	hmotnost [kg]
RS MINI 2.0	G 1 1/4"	G 1"	80	100	2	600	7
RS MINI 1.1	G 1 1/4"	G 1"	80	100	2	475	6
RS MINI 3.0	G 1 1/4"	G 1"	80	100	3	875	10,5
RS MINI 2.1	G 1 1/4"	G 1"	80	100	3	600	8
RS MINI 4.0	G 1 1/4"	G 1"	80	100	4	1150	14
RS MINI 2.2	G 1 1/4"	G 1"	80	100	4	750	9,5
RS UNI 2	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	2	950	17
RS UNI 3	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	3	1350	23
RS UNI 4	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	4	1750	29
RS UNI 5	DN 50/0,6	Ø 48	100	40	5	2150	35

Tab. 34 Technické informace RS MINI 4.0 ETL Ekotherm-návrh podepření [22]

název	typové označení	pro MODUL	stavitelná výška*	hmotnost (1 ks)
stavitelný stojan	SS 80/150,l=420-670	80 - 150	420 - 670	3,5
stavitelný stojan	SS 80/150,l=720-970	80 - 150	720 - 970	5
stavitelný stojan	SS 200/250,l=370-570	200 - 250	370 - 570	6
stavitelný stojan	SS 300/350,l=370-570	300 - 350	370 - 570	6,5
nástěnná konzola	NK 80/150	80 - 150	-	1,5

Tab. 35 Technické informace RS MINI 4.0 ETL Ekotherm- návrh rozložení podpěr [22]

MODUL	počet podpěr 2	počet podpěr 3	max. osová rozteč podpěr	min. vzdálenost osy podpěry od konce RS
80 - 150	do 4000mm	nad 4000mm	2500mm	250mm
200 - 250	do 3500mm	nad 3500mm	2000mm	250mm



Obr. 36 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače

Další rozdělovač a sběrač se nachází za tepelným čerpadlem, který rozděluje provoz na dvě větve, Větev A jde do otopného systému přes akumulární nádrž a Větev B vede k zásobníkům teplé vody.

Pro tuhle funkci navrhuji Rozdělovač a sběrač od firmy ETL **RS MINI2.0**. Technické informace viz. Tab.34.

B.11 DISTRIBUCE TOPNÝCH VĚTVÍ

Kombinovaný rozdělovač a sběrač rozděluje rozvod v objektu do čtyř větví.

Oběhové čerpadlo před distribučním rozdělovačem a sběračem navrhuji na překonání:

- tlakové ztráty od podružných rozdělovačů a sběračů pro podlahové vytápění
- tlakové ztráty třením v potrubí k zmíněným rozdělovačům
- tlakové ztráty trojcestného směšovacího ventilu a vyvažovacího ventilu
- tlakové ztráty filtrů

Tab. 36 Technické informace topných větví

Větev	Délka úseku	Průtok	Průměr potrubí	Rychlost v potrubí	Tlaková ztráta třením	Celk. Tlaková ztráta třením	Tlak. ztráta místními odpory = 30% * (R*L)	Tlak. ztráta daného R+S	Tlak. ztráta prvků soustavy	Celková ztráta	Dispoziční tlak
č.	l [m]	m [kg/hod]	[mm]	v [m/s]	R [Pa/m]	R*L [Pa]	Z [Pa]	Zrs [Pa]	Δp_z [Pa]	$R*L+Z+Zrs\Delta p_z$	Δp_{dis} [Pa]
Větev č.1	36	1051	35x1,5	0,37	52,7	1897,2	569,16	66521	7000	75987	75990
Větev č.2	44	262,1	18x1,0	0,37	126,2	5552,8	1665,84	7026	5450	19695	19700
Větev č.3	64	411,3	22x1,0	0,37	95,1	6086,4	1825,92	37166	6330	51408	51410
Větev č.4	18	266,5	18x1,0	0,38	132,4	2383,2	714,96	15259	5470	23827	23830

B.11.1 TROJCESTNÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL

Z důvodu kvalitativní regulace teploty topné vody navrhuji směšovací ventily trojcestné Ivar. Mix 3 pro jednotlivé větve. DN25 pro větev 1 a DN20 pro větve 2-4. Trojcestný směšovací ventil bude ovládán servopohonem. Tlakové ztráty ventilu jsou vypočítané z grafu výrobce a uvedeny v tabulce níže.

Tab. 37 Technické informace topných větví- Návrh trojcestných směšovacích ventilů

č. větve	Průtok	Dimenze troj. ventilu	Průtokový součinitel	Tlaková ztráta
-	m [kg/hod]	DN [mm]	kv [m3/hod]	Δp_{dis} [Pa]
Větev č.1	1051	DN 25	11,57	910
Větev č.2	262,1	DN 20	4,24	340
Větev č.3	411,3	DN 20	4,24	1050
Větev č.4	266,5	DN20	4,24	350



Obr. 37 Směšovací ventil třícestný IVAR.MIX 3 [23]

B.11.2 FILTR PEVNÝCH ČÁSTIC

Z důvodu nečistot v potrubí se před každé kritické místo musí umístit filtr, tzn. Před zdroje tepla, oběhová čerpadla, měřidla, regulační armatury. Navrhuji závitový filtr FIV.08412 od firmy IVAR.CS. Filtr je osazen nerezovým sítkem pro zachycení pevných nečistot. Výrobce dovoluje instalovat filtr ve vodorovné poloze se sítkem směrem dolů, jiné polohy budou funkční ale méně účinnější. Filtry se vždy musí umístit se zátkou po směru proudění. Výsledky tlakových ztrát pro jednotlivé dimenze filtrů jsou shrnuty v následující tabulce.

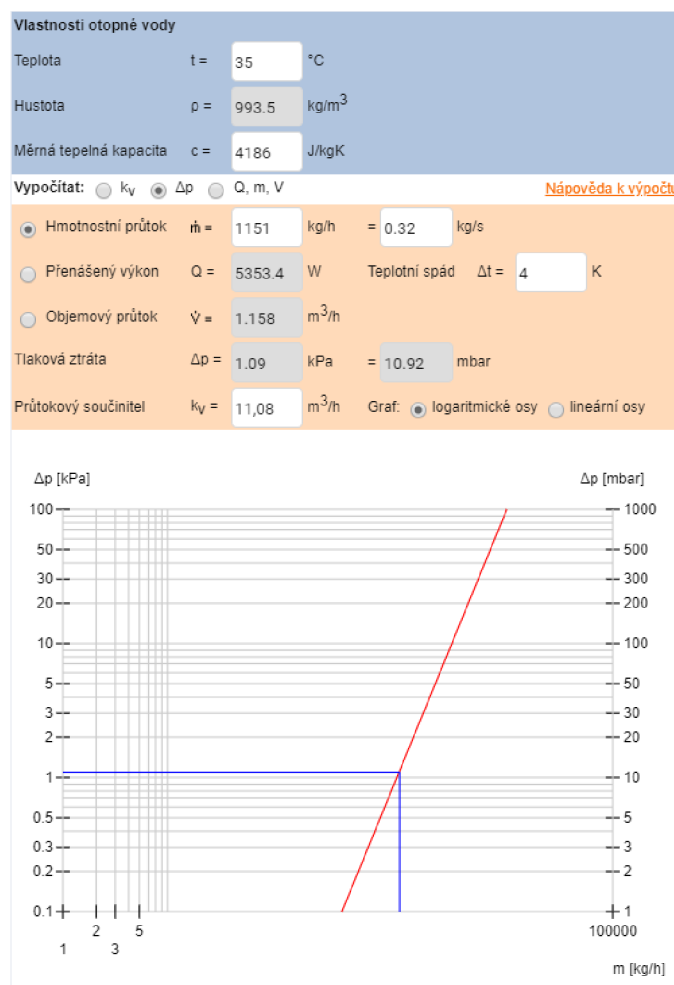
Tab. 38 Technické informace topných větví- Návrh filtrů

č. větve	Průtok	Dimenze filtru	Průtokový součinitel	Tlaková ztráta
-	m [kg/hod]	DN [mm]	kv [m3/hod]	Δp_{dis} [Pa]
Větev č.1	1051	DN 25	11,08	1090
Větev č.2	262,1	DN 20	7,857	110
Větev č.3	411,3	DN 20	7,857	280
Větev č.4	266,5	DN20	7,857	120



Obr. 38 Filtr závitový FIV.08412 IVAR.CS [24]

Tlakovou ztrátu armatur jsem stanovoval podle návrhových diagramů v závislosti na průtoku nebo výpočtem na základě hodnoty průtokového součinitele k_v udávané výrobcem. Výpočet dle průtokového součinitele jsem provedl pomocí aplikace na tzb-info.



Obr. 39 Výpočet tlakové ztráty podle průtokového součinitele [25]

B.11.3 NÁVRH VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ

B.11.3.1 VĚTEV Č.1

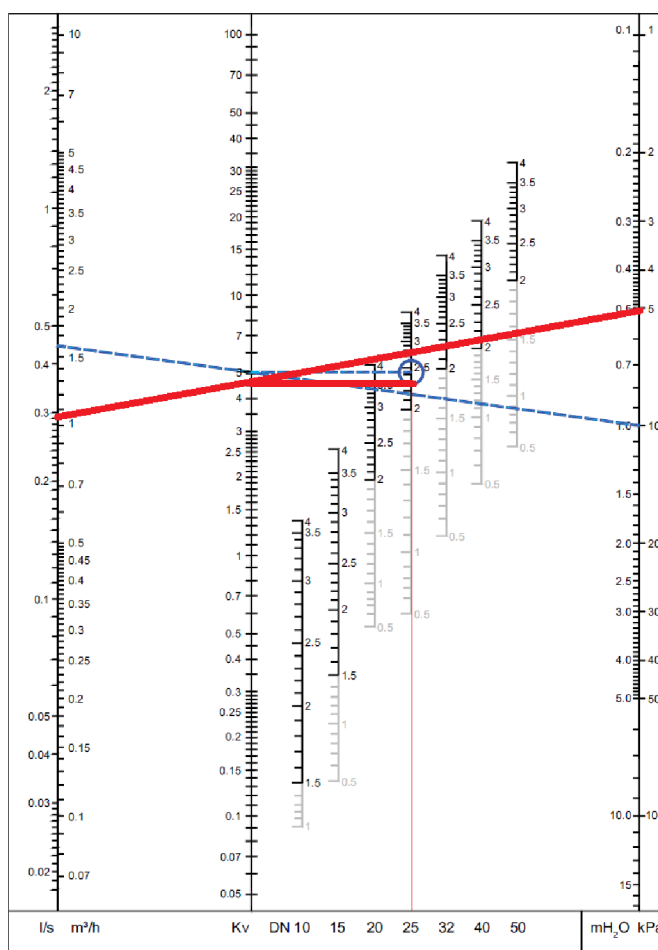
Větev č.1 vede k podružnému rozdělovači a sběrači podlahového vytápění do středu objektu. Tento 12-cestný rozdělovač bude sloužit pro podlahové vytápění společenské místnosti a vstupní chodby. Potrubí vedeno k rozdělovači bude z mědi o dimenzi 35x1,5mm.

Na větvi za kombinovaným rozdělovačem a sběračem budou na teplé vodě umístěny armatury- kulový kohout, vypouštěcí ventil, trojcestný ventil, filtr, zpětná klapka, teploměr, manometr a kulový kohout

Na vratném potrubí to bude kulový kohout, vypouštěcí ventil vyvažovací ventil, teploměr, manometr a kulový kohout.

Potrubí bude vedeno v teplotním spádu 35/31°C.

NASTAVENÍ VYVAŽOVACÍHO VENTILU PRO 1.VĚTEV



Obr. 40 Nastavení vyvažovacího ventilu na větvi č.1 [26]

B.11.3.2 VĚTEV Č.2

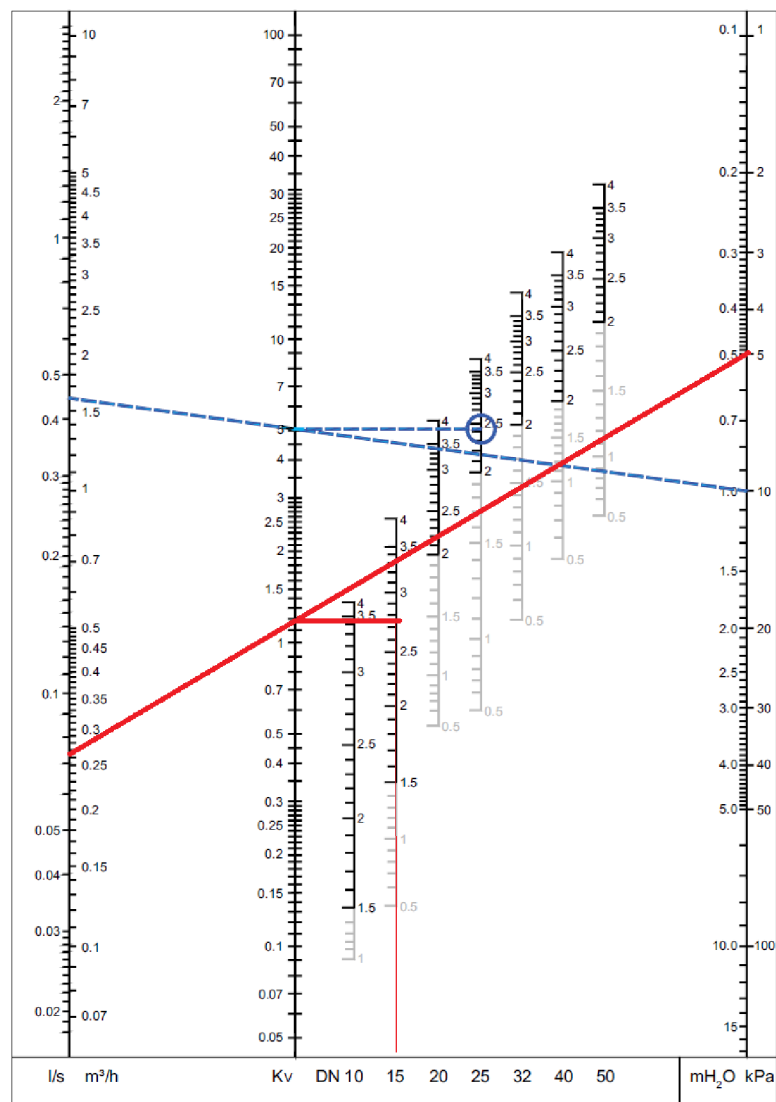
Větev č.2 vede k podružnému rozdělovači a sběrači podlahového vytápění do druhého podlaží. Tento 3-cestný poved potrubí v podlaze do radiátoru a konvektorů umístěných v místnostech kancelář a galerie. Potrubí vedeno k rozdělovači bude z mědi o dimenzi 18x1,0mm.

Na větvi za kombinovaným rozdělovačem a sběračem budou na teplé vodě umístěny armatury- kulový kohout, vypouštěcí ventil, trojcestný ventil, filtr, zpětná klapka, teploměr, manometr kulový kohout

Na vratném potrubí to bude kulový kohout, vypouštěcí ventil vyvažovací ventil, teploměr, manometr a kulový kohout.

Potrubí bude vedeno v teplotním spádu 35/31°C.

NASTAVENÍ VYVAŽOVACÍHO VENTILU PRO 2.VĚTEV



Obr. 41 Nastavení vyvažovacího ventilu na větvi č.2 [26]

B.11.3.3 VĚTEV Č.3

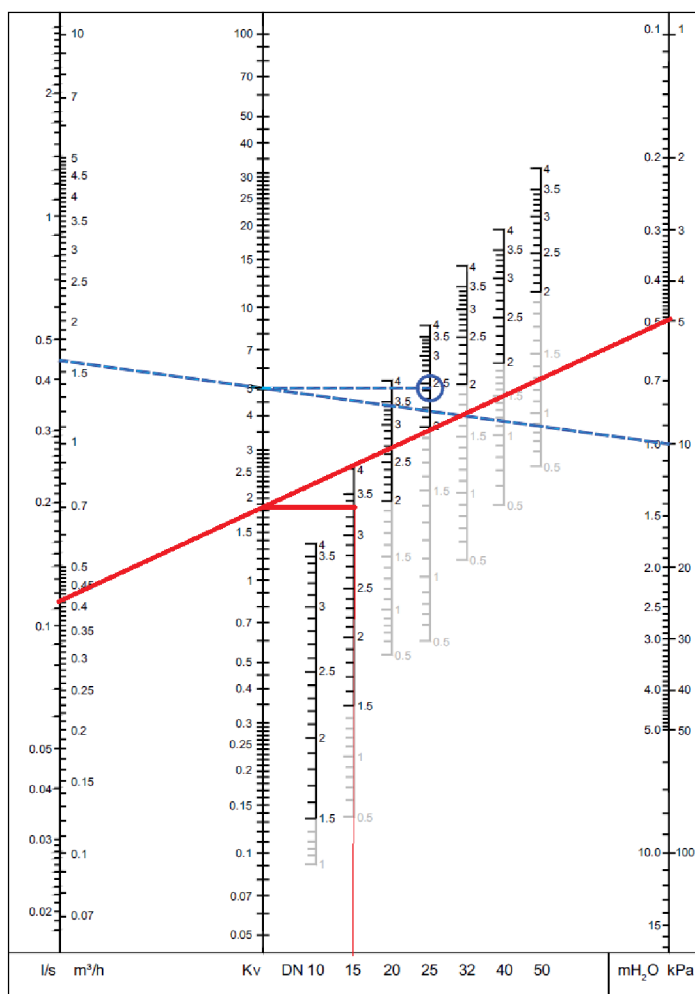
Větev č.3 vede k podružnému rozdělovači a sběrači podlahového vytápění do pravé části objektu - ubytování. Tento 12-cestný rozdělovač bude sloužit pro podlahové vytápění ubytovacích prostor. Potrubí vedeno k rozdělovači bude z mědi o dimenzi 22x1,0mm.

Na větvi za kombinovaným rozdělovačem a sběračem budou na teplé vodě umístěny armatury- kulový kohout, vypouštěcí ventil, trojcestný ventil, filtr, zpětná klapka, teploměr, manometr kulový kohout

Na vratném potrubí to bude kulový kohout, vypouštěcí ventil vyvažovací ventil, teploměr, manometr a kulový kohout.

Potrubí bude vedeno v teplotním spádu 35/31°C.

NASTAVENÍ VYVAŽOVACÍHO VENTILU PRO 3.VĚTEV



Obr. 42 Nastavení vyvažovacího ventilu na větvi č.3 [26]

B.11.3.4 VĚTEV Č.4

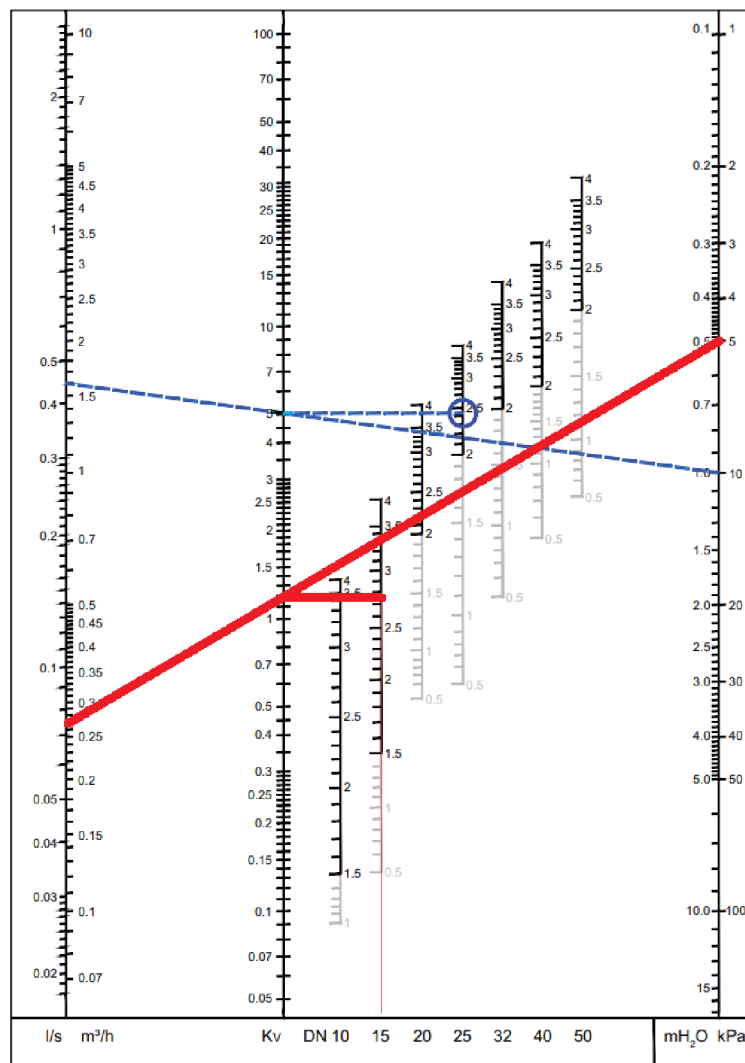
Větev č.4 vede k podružnému rozdělovači a sběrači podlahového vytápění do levé části objektu- WELLNESS. Tento 8-cestný rozdělovač bude sloužit pro podlahové vytápění prostoru wellness a zázemí. Potrubí vedeno k rozdělovači bude z mědi o dimenzi 18x1,0mm.

Na větvi za kombinovaným rozdělovačem a sběračem budou na teplé vodě umístěny armatury- kulový kohout, vypouštěcí ventil, trojcestný ventil, filtr, zpětná klapka, teploměr, manometr kulový kohout

Na vratném potrubí to bude kulový kohout, vypouštěcí ventil vyvažovací ventil, teploměr, manometr a kulový kohout.

Potrubí bude vedeno v teplotním spádu 35/31°C.

NASTAVENÍ VYVAŽOVACÍHO VENTILU PRO 4.VĚTEV



Obr. 43 Nastavení vyvažovacího ventilu na větvi č.4 [26]

PŘEHLED VYVAŽOVACÍCH VENTILŮ

Z důvodu měření průtoku a zamezení většího vtoku vody do topných větví navrhuji vyvažovací ventily STAD.

Tab. 39 Technické informace topných větví- Vyvažovací ventily



č. větve	Průtok	Průtok	Dimenze VV	Nastavení VV	Tlaková ztráta
-	m [kg/hod]	[l/s]	DN [mm]	kv	Δp_{dis} [Pa]
Větev č.1	1051	0,292	DN 25	2,4	5000
Větev č.2	262,1	0,073	DN15	2,75	5000
Větev č.3	411,3	0,114	DN 15	3,3	5000
Větev č.4	266,5	0,074	DN15	2,73	5000



Obr. 44 Vyvažovací ventil STAD [26]

B.12 DIMENZOVÁNÍ A NÁVRH VYTÁPĚNÍ

Všechny rozdělovače a sběrače jsou navrženy od firmy IVAR.

TECHNICKÝ LIST		
1) Výrobek:	SESTAVA ROZDĚLOVAČ / SBĚRAČ – pro podlahové vytápění včetně skříně	
2) Typ:	IVAR.CS 553 VP	
		
3) Charakteristika použití:	<ul style="list-style-type: none">• Sestava rozdělovač / sběrač je určena pro rozvody teplovodního podlahového vytápění a pro rozvody k otopným tělesům.• U teplovodního podlahového vytápění zajišťuje rozvod topné vody do jednotlivých otopných smyček, u rozvodu k otopným tělesům jejich připojení samostatným vlastním přívodem.• Sestava je plně osazena potřebnými regulačními a uzavíracími armaturami a je dobrá v setu s volitelnou instalační skříní.• Ve spojení s elektrotermickými hlavici pro regulaci průtoku jednotlivými výstupy splňuje i ty nejvyšší požadavky na komfort regulace a s ní i spojené úspory energie.• Svým kompaktním provedením se snadno instaluje a seřizuje.• Rozdělovače jsou vyráběny na plně automatizovaných výrobních linkách z tažených mosazných tyčí se speciálním profilem, následnou tepelnou úpravou je zabráněno vnitřnímu prnutí, aby se vyloučilo riziko trhlin.• Provedení závitů v souladu s ISO 228/1.• Cenově zvýhodněný set.	
IVAR.CS_553_VP_TL_06/2018	IVAR CS, spol. s r. o., Velvarská 9-Podhořany, 277 51 Nelahozeves	1/9 www.ivarcscz

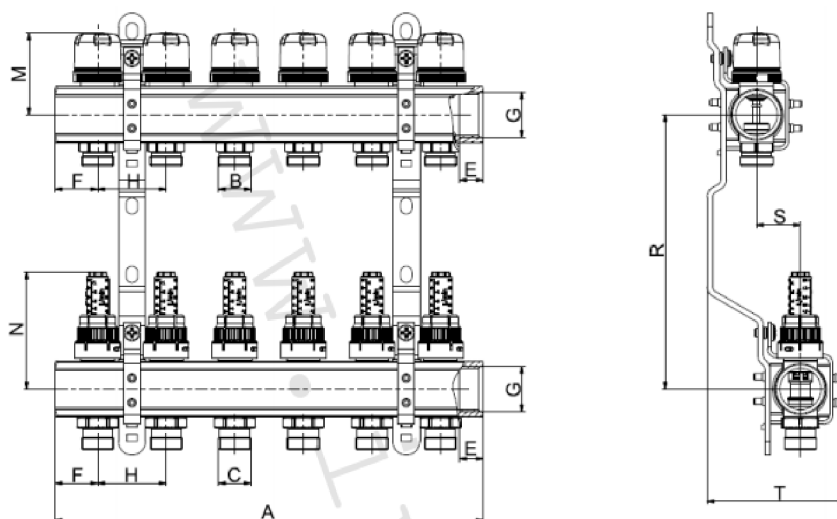
Obr. 45 Rozdělovač/sběrač IVAR. CS 553 VP [27]

B.12.1 ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.1

Pro střední část objektu jsem navrhl 12-cestný rozdělovač a sběrač od firmy IVAR. Typ IVAR.CS 553 VP se skříní pod omítkou P4.

KÓD	TYP	ROZMĚR	SPECIFIKACE	SKŘÍŇ
553970	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	2cestný	P1 / N1
553971	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	3cestný	P1 / N1
553972	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	4cestný	P2 / N2
553973	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	5cestný	P2 / N2
553974	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	6cestný	P2 / N2
553975	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	7cestný	P3 / N3
553976	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	8cestný	P3 / N3
553977	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	9cestný	P3 / N3
553978	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	10cestný	P4 / N4
553979	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	11cestný	P4 / N4
553980	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	12cestný	P4 / N4

Obr. 46 Rozdělovač a sběrač pro 1. Větev [27]



Kód	Provedení	Rozměr	Skříň	A	C	E	F	G	H	M	N	R	S	T
553970	2cestný	1" x EK	P1/N1	112	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553971	3cestný	1" x EK	P1/N1	162	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553972	4cestný	1" x EK	P2/N2	212	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553973	5cestný	1" x EK	P2/N2	262	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553974	6cestný	1" x EK	P2/N2	312	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553975	7cestný	1" x EK	P3/N3	362	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553976	8cestný	1" x EK	P3/N3	412	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553977	9cestný	1" x EK	P3/N3	462	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553978	10cestný	1" x EK	P4/N4	512	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553979	11cestný	1" x EK	P4/N4	562	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553980	12cestný	1" x EK	P4/N4	612	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100

Obr. 47 Technický náčrt a rozměry R+S č.1 [27]

Podlahové vytápění rozdělovač a sběrač č.1												
Podlahový systém: Gabotherm						Vypracoval: Lukáš Němec						
Číslo okruhu na rozdělovači	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Číslo okruhu	114/1	114/2	113	101/1	101/2	103/1	103/2	103/3	103/4	103/5	103/6	103/7
Účel místnosti	Radiátor Radik 33VK-900/1200-637W	Kuchyně	Šatna	Vstupní Hala	Vstupní Hala	Spol. místnost	Spol. místnost	Spol. místnost	Spol. místnost	Spol. místnost	Konvektor Koraflex FV 11/42 - 2800x420x110mm- 1953W	Konvektor Koraflex FV 11/42 - 2800x420x110mm- 1953W
Teplota v místnosti		20	15	15	15	20	20	20	20	20		
Celková plocha okruhu [m ²]		12,8	8,3	19,71	19,71	17,04	18,53	18,08	16,83	13		
Zastavěná plocha [m ²]		5,32	2,39	0	0	0,21	1,68	1,23	0	0		
Plocha jiných hadů [m ²]		0	0	1,33	3,75	3,23	2,25	2,17	1,81	1,12		
Topná plocha okruhu [m ²]		7,48	5,91	19,71	19,71	16,83	16,85	16,85	16,83	13		
Plochy pro topný had [m ²]		7,48	5,91	18,38	15,96	13,6	14,6	14,68	15,02	11,88		
Tepelná ztráta [W]		1214	404	521	521	1716,1	1718,2	1718,2	1716,1	1414,0		
Výkon O.T. v místnosti [W]		637	0	0	0	781,2	781,2	781,2	781,2	781,2		
Ztráta pro podlahové vytápění	577	404	521	521	934,9	937,0	937,0	934,9	632,8	-	-	
q předběžná [W/m ²]		77,1	68,4	28,3	32,6	55,5	55,6	55,6	55,5	48,7	-	-
Teplota přívodu [°C]	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Teplota vratu [°C]	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Využitelný rozdíl teplot [°C]		13	18	18	18	13	13	13	13	13	-	-
Krytina		Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	-	-
Odpor Krytiny [m ² .K ⁻¹ .W ⁻¹]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Rozteč potrubí [cm]		100	225	300	300	225	225	225	225	225	-	-
Q Skutečná [W/m ²]		78	81	61	61	56	56	56	56	56	-	-
Q Skutečná [W]	637	583,44	478,71	1121,18	973,56	942,48	943,6	943,6	942,48	728	1953	1953
Pokrytí ztráty v %		100,5	118,5	215,2	186,9	100,4	100,4	100,4	100,4	106,7	-	-
Okrajová zóna rozteč 150mm[m ²]		0	0	0	0	1,23	0	0	0	0	-	-
Délka hadu v 1 m ² [m]		11	4,4	3,1	3,1	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-
Délka hadu v 1 m ² v okraj. zóně[m]		6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	-	-
Délka hadu [m]		82,3	26,0	57,0	49,5	62,5	64,2	64,6	66,1	52,3	0	0
Délka přípojky [m]	6	1,5	9,5	1	8	4	10	16	22	28	32	39
Celková délka hadu [m]	6,0	83,8	35,5	58,0	57,5	66,5	74,2	80,6	88,1	80,3	32,0	39,0
Teplota na povrchu [°C]		27,3	23,2	23,1	23,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	-	-
Hmotnostní průtok [kg/hod]	54,9	50,3	41,2	96,6	83,9	81,2	81,3	81,3	81,2	62,7	168,3	168,3
Tlaková ztráta [Pa/m]	33	32	27	98	76	71	71	71	71	43	210	210
Celková tlaková ztráta [Pa]	198,0	2681,0	958,6	5681,8	4368,2	4724,8	5271,0	5722,0	6254,2	3451,7	6720,0	8190,0
Rychlost v potrubí [m/s]	0,1	0,11	0,08	0,24	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15	0,4	0,4
Nastavení ventilu	6	6	5	10	9	9	9	9	9	7	11	11
Ztráta na regulačním ventilu	1050	920	1000	870	980	920	920	920	920	1000	1400	1400
Ztráta okruhu celkem	1 248,0	3 601,0	1 958,6	6 551,8	5 348,2	5 644,8	6 191,0	6 642,0	7 174,2	4 451,7	8 120,0	9 590,0

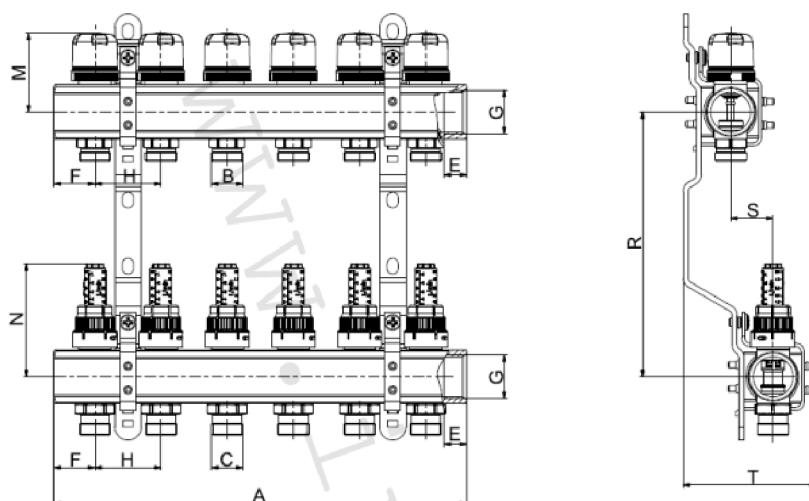
Tab. 40 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.1

B.12.2 ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.2

Pro střední část objektu jsem navrhl 3-cestný rozdělovač a sběrač od firmy IVAR. Typ IVAR.CS 553 VP se skříň pod omítkou P1.

KÓD	TYP	ROZMĚR	SPECIFIKACE	SKŘÍŇ
553970	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	2cestný	P1 / N1
553971	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	3cestný	P1 / N1
553972	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	4cestný	P2 / N2
553973	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	5cestný	P2 / N2
553974	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	6cestný	P2 / N2
553975	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	7cestný	P3 / N3
553976	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	8cestný	P3 / N3
553977	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	9cestný	P3 / N3
553978	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	10cestný	P4 / N4
553979	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	11cestný	P4 / N4
553980	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	12cestný	P4 / N4

Obr. 48 Rozdělovač a sběrač pro 2. Větev [27]



Kód	Provedení	Rozměr	Skříň	A	C	E	F	G	H	M	N	R	S	T
553970	2cestný	1" x EK	P1/N1	112	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553971	3cestný	1" x EK	P1/N1	162	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553972	4cestný	1" x EK	P2/N2	212	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553973	5cestný	1" x EK	P2/N2	262	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553974	6cestný	1" x EK	P2/N2	312	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553975	7cestný	1" x EK	P3/N3	362	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553976	8cestný	1" x EK	P3/N3	412	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553977	9cestný	1" x EK	P3/N3	462	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553978	10cestný	1" x EK	P4/N4	512	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553979	11cestný	1" x EK	P4/N4	562	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553980	12cestný	1" x EK	P4/N4	612	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100

Obr. 49 Technický nákres a rozměry R+S č.2 [27]

Tab. 41 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.2

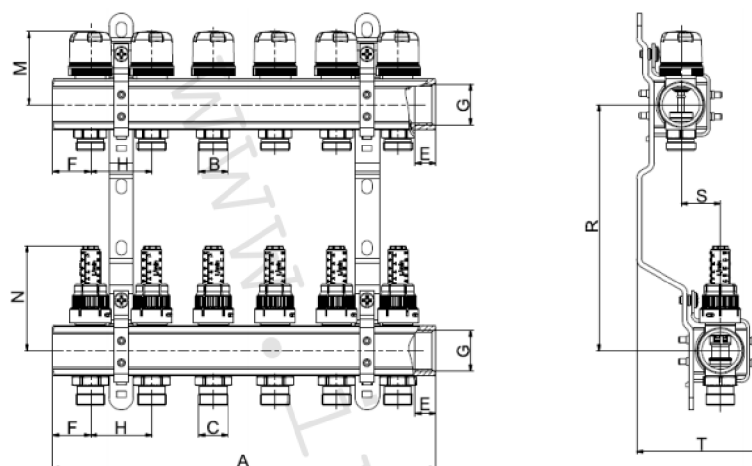
Podlahové vytápění rozdělovač a sběrač č.2			
Podlahový systém: Gabotherm			
Číslo okruhu na rozdělovači	1	2	3
Číslo okruhu	202/1	202/2	201
Účel místnosti	Konvektor Koraflex FV 10/34 - 2000x340x110mm- 930W	Konvektor Koraflex FV 10/34 - 2400x340x110mm- 930W	Radiátor Radik 33VK- 900/1800-956W
Teplota v místnosti			
Celková plocha okruhu [m ²]			
Zastavěná plocha [m ²]			
Plocha jiných hadů [m ²]			
Topná plocha okruhu [m ²]			
Plochy pro topný had [m ²]			
Tepelná ztráta [W]	971	971	923
Výkon O.T. v místnosti [W]			
Ztráta pro podlahové vytápění			
q předběžná [W/m ²]			
Teplota přívodu [°C]	35	35	35
Teplota vratu [°C]	31	31	31
Využitelný rozdíl teplot [°C]			
Krytina			
Odpor Krytiny [m ² .K ⁻¹ -W ⁻¹]			
Rozteč potrubí [cm]			
Q Skutečná [W/m ²]			
Q Skutečná [W]	930	1156	956
Pokrytí ztráty v %			
Okrajová zóna rozteč 150mm[m ²]			
Délka hadu v 1 m ² [m]			
Délka hadu v 1 m ² v okraj. zóně[m]			
Délka hadu [m]			
Délka přípojky [m]	6	16	28
Celková délka hadu [m]	9,0	16,0	28,0
Teplota na povrchu [°C]			
Hmotnostní průtok [kg/hod]	80,1	99,6	82,4
Tlaková ztráta [Pa/m]	70	100	72
Celková tlaková ztráta [Pa]	630,0	1600,0	2016,0
Rychlost v potrubí [m/s]	0,19	0,24	0,2
Nastavení ventilu	9	10	9
Ztráta na regulačním ventilu	900	970	910
Ztráta okruhu celkem	1 530,0	2 570,0	2 926,0

B.12.3 ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.3

Pro střední část objektu jsem navrhl 12-cestný rozdělovač a sběrač od firmy IVAR. Typ IVAR.CS 553 VP se skříní pod omítkou P4.

KÓD	TYP	ROZMĚR	SPECIFIKACE	SKŘÍŇ
553970	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	2cestný	P1 / N1
553971	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	3cestný	P1 / N1
553972	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	4cestný	P2 / N2
553973	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	5cestný	P2 / N2
553974	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	6cestný	P2 / N2
553975	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	7cestný	P3 / N3
553976	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	8cestný	P3 / N3
553977	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	9cestný	P3 / N3
553978	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	10cestný	P4 / N4
553979	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	11cestný	P4 / N4
553980	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	12cestný	P4 / N4

Obr. 50 Rozdělovač a sběrač pro 3. Větev [27]



Kód	Provedení	Rozměr	Skříň	A	C	E	F	G	H	M	N	R	S	T
553970	2cestný	1" x EK	P1/N1	112	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553971	3cestný	1" x EK	P1/N1	162	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553972	4cestný	1" x EK	P2/N2	212	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553973	5cestný	1" x EK	P2/N2	262	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553974	6cestný	1" x EK	P2/N2	312	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553975	7cestný	1" x EK	P3/N3	362	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553976	8cestný	1" x EK	P3/N3	412	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553977	9cestný	1" x EK	P3/N3	462	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553978	10cestný	1" x EK	P4/N4	512	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553979	11cestný	1" x EK	P4/N4	562	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553980	12cestný	1" x EK	P4/N4	612	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100

Obr. 51 Technický nákres a rozměry R+S č.3 [27]

Podlahové vytápění rozdělovač a sběrač č.3															
Podlahový systém: Gabotherm						Vypracoval: Lukáš Němec									
Číslo okruhu na rozdělovači	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
Číslo okruhu	106	107/1	107/2	105/1	105/2	104	110	111/1	111/2	109/1	109/2	108			
Účel místnosti	Pokoj	Koupelna, WC	Koralux Linear Max-M 1750x1810mm- 162W	Koupelna, WC	Koralux Linear Max-M 1750x1810mm- 162W	Pokoj	Pokoj	Koralux Linear Max-M 1750x1810mm- 162W	Koupelna, WC	Koralux Linear Max-M 1750x1810mm- 162W	Koupelna, WC	Pokoj			
Teplota v místnosti	20	24		24		20	20		24		20	24	24	24	20
Celková plocha místnosti [m ²]	17,5	4,5		4,5		28,65	17,4		4,5		17,4	4,5	4,5	4,5	17,5
Zastavěná plocha [m ²]	1,33	0,64		0,64		3,12	1,2		0,64		1,2	0,64	0,64	0,64	1,33
Plocha jiných hadů [m ²]	3,15	0,38		0,65		0,75	1,6		0,86		1,6	0,86	0,86	0,84	3,25
Topná plocha okruhu [m ²]	16,17	3,86		3,86		25,53	16,2		3,86		16,2	3,86	3,86	3,86	16,17
Plochy pro topný had [m ²]	13,02	3,48		3,21		24,78	14,6		3		14,6	3	3	3,02	12,92
Tepečná ztráta [W]	650	401		399		1094	688		407		688	407	407	401	650
Výkon O.T. v místnosti [W]	0	162	-	162	-	0	0	-	162	-	162	0			
Ztráta pro podlahové vytápění	650	239	-	237	-	1094	688	-	245	-	239	650			
q předběžná [W/m ²]	49,9	61,9	-	61,4	-	44,1	47,1	-	63,5	-	61,9	50,3			
Teplota přívodu [°C]	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35			
Teplota vratu [°C]	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31			
Využitelný rozdíl teplot [°C]	13	9	-	9	-	13	13	-	9	-	9	13			
Krytina	Parkety	Dlažba	-	Dlažba	-	Dlažba	Parkety	-	Dlažba	-	Dlažba	Parkety			
Odpor Krytiny [m ² .K ⁻¹ .W ⁻¹]	0,05	0	-	0	-	0	0,05	-	0	-	0	0,05			
Rozteč potrubí [cm]	150	100	-	100	-	300	150	-	100	-	100	150			
Q Skutečná [W/m ²]	53	61	-	61	-	44	51	-	61	-	61	51			
Q Skutečná [W]	690,06	235,46	162	235,46	162	1090,32	744,6	162	235,46	162	235,46	658,92			
Pokrytí ztráty v %	106,2	99,1	0,0	99,6	0,0	99,7	108,2	0,0	97,7	0,0	99,1	101,4			
Okrajová zóna [m ²]	3,09	0	-	0	-	3,02	3,02	-	0	-	0	3,16			
Délka hadu v 1 m ² [m]	6,6	11	-	11	-	3,1	6,6	-	11	-	11	6,6			
Délka hadu v 1 m ² v okraj. zóně [m]	11	0	-	0	-	6,6	11	-	0	-	0	11			
Délka hadu [m]	99,5	38,3	0	35,3	0	87,4	109,6	0	33,0	0	33,2	99,2			
Délka přípojky [m]	6	18	22	22	20	13	34	27	24	21	19	7			
Celková délka hadu [m]	105,5	56,3	22,0	57,3	20,0	100,4	143,6	27,0	57,0	21,0	52,2	106,2			
Teplota na povrchu [°C]	25,2	29,5	-	29,5	-	24,1	25,2	-	29,5	-	29,5	25,2			
Hmotnostní průtok [kg/hod]	59,5	20,3	14,0	20,3	14,0	94,0	64,2	14,0	20,3	14,0	20,3	56,8			
Tlaková ztráta [Pa/m]	42	7	5	7	5	91	50	5	7	5	7	40			
Celková tlaková ztráta [Pa]	4432,2	394,0	110,0	401,2	100,0	9135,3	7182,4	135,0	399,0	105,0	365,5	4247,0			
Rychlost v potrubí [m/s]	0,15	0,035	0,03	0,035	0,03	0,22	0,16	0,03	0,035	0,03	0,035	0,14			
Nastavení ventilu	5	3	2	3	2	10	8	2	3	2	3	6			
Ztráta na regulačním ventilu	1000	800	800	800	800	810	850	800	800	800	800	1100			
Ztráta okruhu celkem	5432,2	1194,0	910,0	1201,2	900,0	9945,3	8032,4	935,0	1199,0	905,0	1165,5	5347,0			

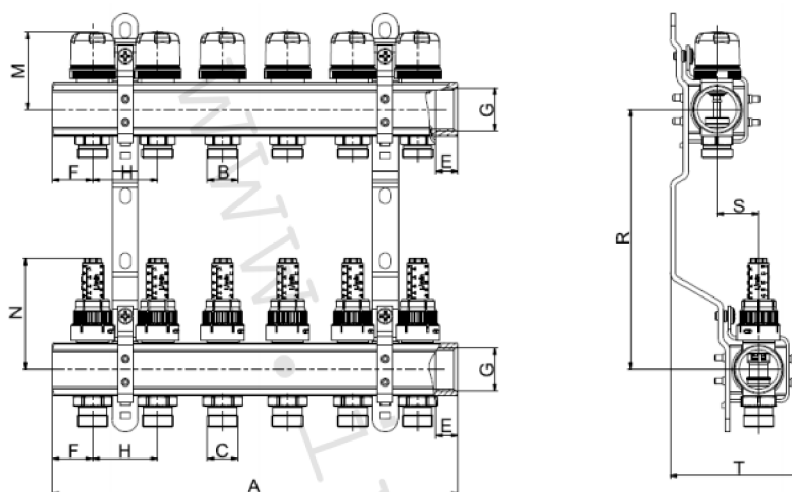
Tab. 42 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.3

B.12.4 ROZDĚLOVAČ A SBĚRAČ Č.4

Pro střední část objektu jsem navrhl 8 cestný rozdělovač a sběrač od firmy IVAR. Typ IVAR.CS 553 VP se skříní pod omítkou P3.

KÓD	TYP	ROZMĚR	SPECIFIKACE	SKŘÍŇ
553970	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	2cestný	P1 / N1
553971	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	3cestný	P1 / N1
553972	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	4cestný	P2 / N2
553973	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	5cestný	P2 / N2
553974	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	6cestný	P2 / N2
553975	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	7cestný	P3 / N3
553976	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	8cestný	P3 / N3
553977	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	9cestný	P3 / N3
553978	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	10cestný	P4 / N4
553979	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	11cestný	P4 / N4
553980	IVAR.CS 553 VP	1" x EK	12cestný	P4 / N4

Obr. 52 Rozdělovač a sběrač pro 4. Větev [27]



Kód	Provedení	Rozměr	Skříň	A	C	E	F	G	H	M	N	R	S	T
553970	2cestný	1" x EK	P1/N1	112	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553971	3cestný	1" x EK	P1/N1	162	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553972	4cestný	1" x EK	P2/N2	212	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553973	5cestný	1" x EK	P2/N2	262	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553974	6cestný	1" x EK	P2/N2	312	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553975	7cestný	1" x EK	P3/N3	362	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553976	8cestný	1" x EK	P3/N3	412	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553977	9cestný	1" x EK	P3/N3	462	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553978	10cestný	1" x EK	P4/N4	512	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553979	11cestný	1" x EK	P4/N4	562	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100
553980	12cestný	1" x EK	P4/N4	612	3/4"	17	31	1"	50	60	85	200	32	100

Obr. 53 Technický náčrt a rozměry R+S č.4 [27]

Podlahové vytápění rozdělovač a sběrač č.4												
Podlahový systém: Gabotherm						Vypracoval: Lukáš Němec						
Číslo okruhu na rozdělovači	1	-	2	3	-	4	5	6	-	7	8	
Číslo okruhu	123+124	-	126	122/1	-	122/2	120+121/1	120+121/2	-	117	118	
Účel místnosti	Šatna + WC	Šatna + WC	Tech. místnost	Wellness	Wellness	Konvektor Pool-V FVP 1600x320x110mm- 632W	Zázemí zaměstn.	Koralux Linear Max-M 750x1810mm-162W	Zázemí zaměstn.	WC Muži	WC Ženy	
Teplota v místnosti [°C]	24	24	15	24	24		24		24	24	20	20
Celková plocha místnosti [m ²]	7,7	Elektrické topné těleso KLIMER 700.450 o tepelném výkonu 300W	8,1	15,4	Elektrické topné těleso KLIMER 1220.750 o tepelném výkonu 800W		6,9		Elektrické topné těleso KLIMER 1220.450 o tepelném výkonu 500W	7,05	7,8	
Zastavěná plocha [m ²]	0		4,33	0,9			0,8			0	0	
Plocha jiných hadů [m ²]	0,45		0	1,6			0,3			1,05	0	
Topná plocha okruhu [m ²]	7,7		3,77	14,5			6,1			7,05	7,8	
Plochy pro topný had [m ²]	7,25		3,77	12,9			5,8			6	7,01	
Tepelná ztráta [W]	580		301	1970			881			334	448	
Výkon O.T. v místnosti [W]	300		0	1432			-			0	0	
Ztráta pro podlahové vytápění	280		301	538			-			334	448	
q předběžná [W/m ²]	38,6		79,8	41,7		-	55,7	63,9				
Teplota přívodu [°C]	35		35	35		35	35	35				
Teplota vratu [°C]	31	31	31	31	31	31						
Využitelný rozdíl teplot [°C]	9	18	9	-	13	13						
Krytina	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba	Dlažba						
Odpor Krytiny [m ² .K ⁻¹ .W ⁻¹]	0	0	0	-	0	0						
Rozteč potrubí [cm]	150	225	150	-	225	150						
Q Skutečná [W/m ²]	46	78	47	-	56	66						
Q Skutečná [W]	333,5	300	294,06	606,3	800	632	266,8	162	500	336	462,66	
Pokrytí ztráty v %	109,2		97,7	103,5		105,4		105,4		100,6	103,3	
Okrajová zóna rozteč 150mm[m ²]	0		0	0		0	-	-	0	0		
Délka hadu v 1 m ² [m]	6,6		4,4	6,6		-	6,6	-	4,4	6,6		
Délka hadu v 1 m ² v okraj. zóně[m]	-		-	-		-	-	-	-	-		
Délka hadu [m]	47,9		16,6	85,1		0,0	38,3	0,0	26,4	46,3		
Délka přípojky [m]	12		15	24		20	6,5	13	1	4,5		
Celková délka hadu [m]	59,9		31,6	109,1		20,0	44,8	13,0	27,4	50,8		
Teplota na povrchu [°C]	29,3		23	28,2		-	29,5	-	25,1	26,2		
Hmotnostní průtok [kg/hod]	28,7		25,3	52,2		54,5	23,0	14,0	29,0	39,9		
Tlaková ztráta [Pa/m]	11		9	33		32	8	4	12	20		
Celková tlaková ztráta [Pa]	658,4		284,3	3601,6		640,0	358,2	52,0	328,8	1015,3		
Rychlost v potrubí [m/s]	0,05		0,04	0,11		0,1	0,04	0,02	0,055	0,07		
Nastavení ventilu	3		3	6		6	3	2	4	5		
Ztráta na regulačním ventilu	1600		1300	920		950	1050	800	800	900		
Ztráta okruhu celkem	2258,4		1584,3	4521,6		1590,0	1408,2	852,0	1128,8	1915,3		

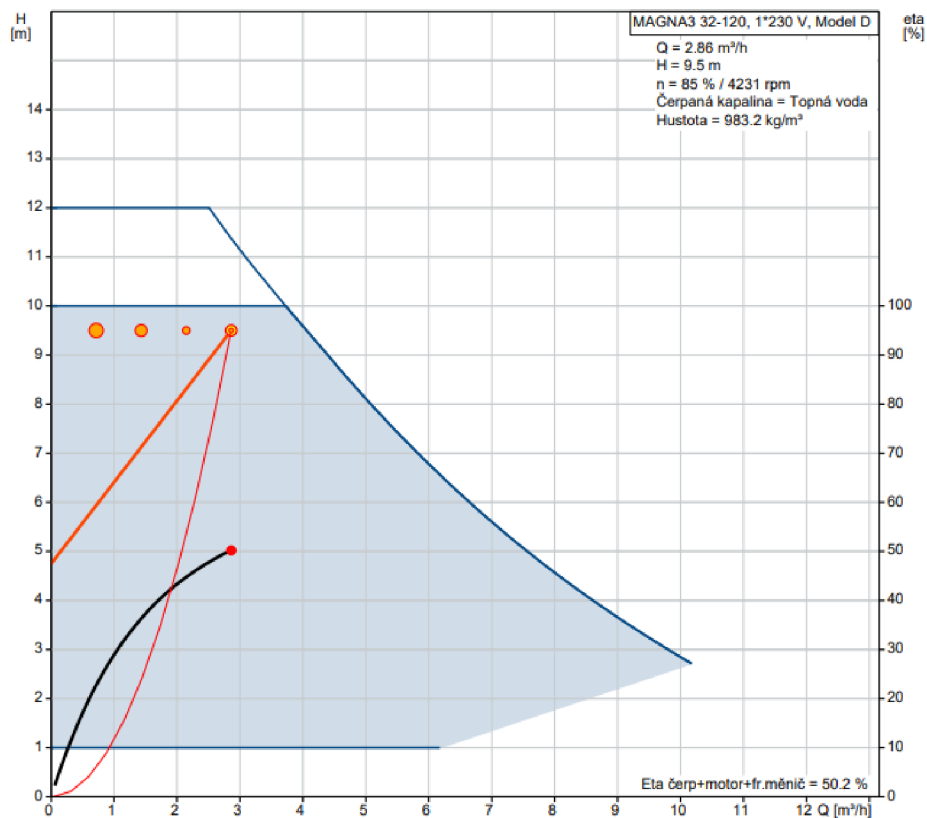
Tab. 43 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.4

B.12.5 NÁVRH DIMENZE POTRUBÍ A OBĚHOVÝCH ČERPADEL

Tab. 44 Informace o dimenzích a průtocích

Větev	Délka úseku	Průtok	Průměr potrubí	Rychlost v potrubí	Tlaková ztráta třením	Celk. Tlaková ztráta třením	Tlak. Ztráta místními odpory = 30% * (R*L)	Tlak. ztráta daného R+S	Tlak. Ztráta prvků soustavy	Celková ztráta	Dispoziční tlak
č.	l [m]	m [kg/hod]	[mm]	v [m/s]	R [Pa/m]	R*L [Pa]	Z [Pa]	Zrs [Pa]	Δpz [Pa]	R*L+Z+ZrsΔpz	Δpdis [Pa]
Větev č.1	36	1051	35x1,5	0,37	52,7	1897,2	569,16	66521	7000	75987	75990
Větev č.2	44	262,1	18x1,0	0,37	126,2	5552,8	1665,84	7026	5450	19695	19700
Větev č.3	64	411,3	22x1,0	0,37	95,1	6086,4	1825,92	37166	6330	51408	51410
Větev č.4	18	266,5	18x1,0	0,38	132,4	2383,2	714,96	15259	5470	23827	23830
Větev	Délka úseku	Průtok	Průměr potrubí	Rychlost v potrubí	Tlaková ztráta třením	Celk. Tlaková ztráta třením	Tlak. Ztráta místními odpory = 30% * (R*L)	Tlak. Ztráta prvků soustavy	Celková ztráta	Dispoziční tlak	
Úsek 1	15	2588	DN40	0,53	96,2	1443	432,9	2000	3876	3900	
Úsek 2 (Větev A)	8	1990	DN32	0,55	125,3	1002,4	300,72	3190	4493	4500	
Úsek 3 (Větev B)	6	598	DN20	0,46	172,9	1037,4	311,22	2590	3939	4000	
Úsek 4	12	1990	DN32	0,55	125,3	1503,6	451,08	82000	83955	84000	
Úsek 5 (solární soustava)	20	1920	35x1,5	0,66	156,1	3122	936,6	Řeší oběhové čerpadlo v solární soustavě			

B.12.5.1 HLAVNÍ OBĚHOVÉHO ČERPADLO U ZDROJE TEPLA (ÚSEK1)

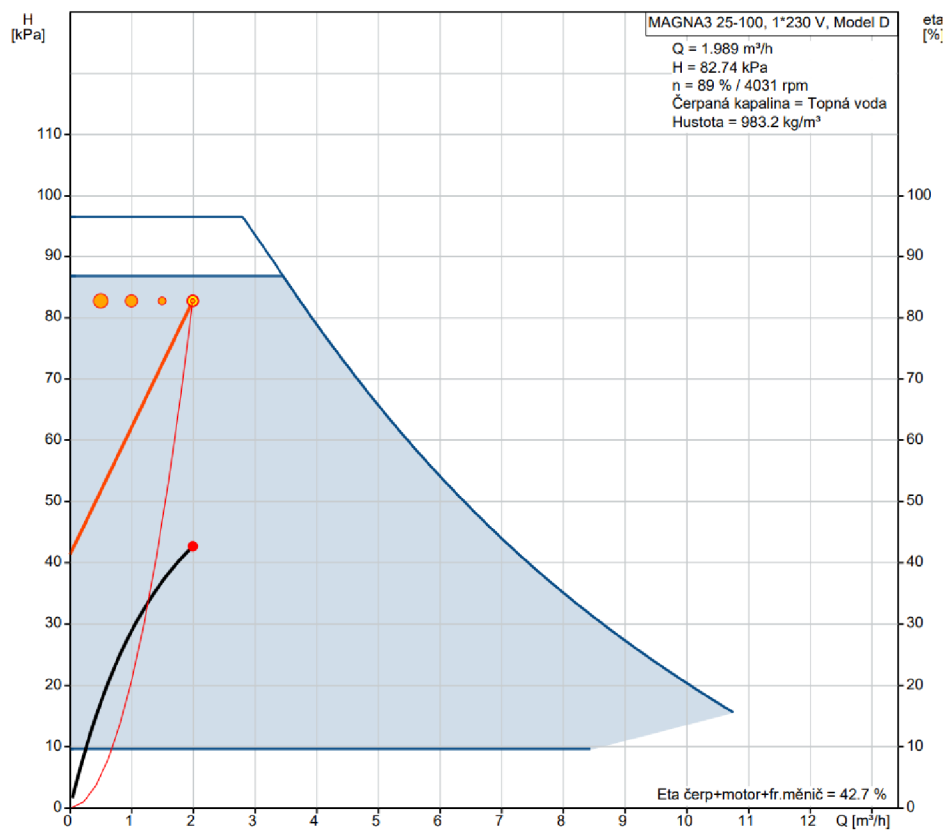


Obr. 54 Pracovní bod hlavního oběhového čerpadla Mgna3 32-120 [28]



Obr. 55 Oběhové čerpadlo Magna3 32-120 [28]

B.12.5.2 OBĚHOVÉ ČERPADLO V ÚSEKU 2



Obr. 56 Pracovní bod čerpadla Magna3 25-100



Obr. 57 Oběhové čerpadlo Magna3 25-100 [28]

B.13 NÁVRH ÚPRAVY A DOPLŇOVÁNÍ VODY

Pro provoz otopné soustavy je třeba zabezpečit požadovanou kvalitu oběhové vody a taky její doplňování. Kvalita vody je dána ČSN 07 7401 a taky výrobcem zdroje tepla. Kvalita vody ovlivňuje správnou funkci prvků v systému, tím pádem taky životnost systému. Kvalitní voda zamezuje korozi materiálů.

Pro úpravu a doplňování otopné vody do systému navrhují blokovou úpravnu vody BUVA150



Obr. 58 Blokova úpravna vody BUVA 150 [29]

Tab. 45 Technické údaje blokova úpravny vody BUVA 150 [29]

Technické údaje / typ		BUVA150	BUVA200
Objem vody změkčené mezi dvěma regeneracemi při tvrdosti T = 1 mmol/l	m ³	8	11
Objem náplně změkč. pryskyřice	l	15	20
Průtok vody jmen./max.	m ³ /h	0,3 – 1,5	0,6 - 2,0
Výkon kotelny (orientačně)	kW	do 500	do 1 000
Spotřeba soli na regeneraci	kg	3	4
Hmotnost	kg	45	60
Připojení vstup, výstup vody	inch	přímé šroubení G3/4"	
Připojovací výška vstupu	mm	1135	
Připojovací výška výstupu	mm	850	
Šířka x hloubka x výška rámu	mm	750 x 460 x 1200	

Pro automatické doplňování upravené vody do systému navrhuji doplňovací zařízení Reflex Fillcontrol plus compact

Doplňování nastane při poklesu tlaku v potrubí, pokud se tak stane, otevře se regulační ventil doplňování a vpustí doplňovací vodu do soustavy.



Obr. 59 Fillcontrol Plus Compact [30]

B.14 TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ

Tepelná izolace musí být chráněna proti mechanickému poškození, vlivům prostředí a účinkům UV záření. Materiál pro tepelnou izolaci musí mít hodnou součinitele prostupu tepla maximálně $0,045 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{k}^{-1}$. Tloušťka tepelné izolace se stanoví výpočtem. Hodnota součinitele prostupu tepla musí vyhovět tzv. hodnotě určující hodnotu součinitele prostupu tepla U_o .

Potrubí bude izolováno izolací z kamenné vlny které je na povrchu zesíleno hliníkovou folií se samolepícím přesahem na podélném spoji. Jedná se o izolaci PAROC Hvac Selection AluCoat T. Je to nehořlavá tepelná a protikondenzační izolace."



Obr. 60 Tepelná izolace PAROC Hvac Selection AluCoat T [31]

Tab. 46 Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla

DN	10-15	20-32	40-65	80-125	150-200
$U_o [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}]$	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

Tab. 47 Návrh tloušťky tepelné izolace pro měděné potrubí o rozměrech 18x1,0mm [32]

Izolace - podrobné technické informace																			
PAROC > Section aluCoat T																			
Rozměry izolace - tl. 30																			
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm																		
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K																			
Trubka																			
Měď																			
Rozměry trubky - 18x1																			
Průměr	$d = 18$ mm																		
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm																		
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K																			
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 78$ mm</p>																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Potrubí</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 35$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 20$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$rh = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 13.6$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Délka potrubí</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </tbody> </table>		Potrubí		Teplota média	$t_{in} = 35$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 20$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 13.6$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí			$l = 1$ m
Potrubí																			
Teplota média	$t_{in} = 35$ °C																		
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 20$ °C																		
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???																		
Teplota rosného bodu	$t_w = 13.6$ °C																		
Součinitel přestupu tepla																			
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K																		
Délka potrubí																			
	$l = 1$ m																		
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007} = 0.15$ W / m K																		
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.139 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007																		
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci																		
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 8.5$ W/m																		
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 2.1$ W/m																		
Energetická úspora izolovaného potrubí	75 %																		
Střední spotřeba izolace																			
	0.1508 m ² - platí pro plošnou izolaci																		



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Tab. 48 Návrh tloušťky tepelné izolace pro měděné potrubí o rozměrech 22x1,0mm [32]

Izolace - podrobné technické informace															
PAROC > Section aluCoat T															
Rozměry izolace - tl. 30															
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.035$ W / m K														
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 22x1															
Průměr	$d = 22$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K														
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 \cdot s_{iz} = 82$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 35$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 20$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$rh = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 13.6$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 35$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 20$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 13.6$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 35$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 20$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 65$ % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 13.6$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.155 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 10.4$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 2.3$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	78 %														
Sřední spotřeba izolace	0.1634 m ² - platí pro plošnou izolaci														



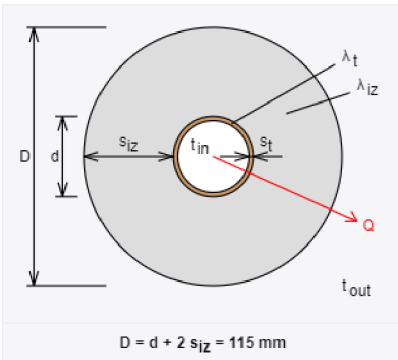
Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spoju tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

Tab. 49 Návrh tloušťky tepelné izolace pro měděné potrubí o rozměrech 35x1,5mm [32]

Izolace - podrobné technické informace	
PAROC > Section aluCoat T	
Rozměry izolace - tl. 40	
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.034$ W / m K

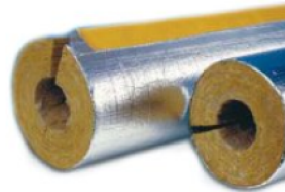
Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 35x1.5	
Průměr	$d = 35$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



Potrubí

Teplota média	$t_{in} = 35$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 20$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 13.6$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.173 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 20.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 16.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 2.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	84 %
Střední spotřeba izolace	0.2356 m² - platí pro plošnou izolaci



Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních proudů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozřiznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C

B.15 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZAŘÍZENÍ

Bez zabezpečovacích zařízení nemůže být žádná soustava uvedena do provozu, jelikož chrání otopnou soustavu proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku nebo podtlaku. Výpočet jsem provedl podle ČSN 06 0830.

Pro pokrytí roztažnosti vody navrhuji expanzní nádobu s membránou.

Expanzní nádoba bude instalována na okruhu od tepelného čerpadla. Dále bude expanzní nádoba instalována na solární soustavě za solární skupinou s předřazenou vychlazovací nádobou.

Pro ochranu překročení nejvyššího dovoleného přetlaku navrhuji pojistný ventil, který sníží přetlak vypuštěním potřebné vody ze soustavy.

Pojistný ventil bude instalován před tepelným čerpadlem a za akumulací nádrží.

Pojistný ventil solární soustavy bude součástí solární skupiny.

Dále bude pojistný ventil instalován na výstupu teplé vody ze zásobníků teplé vody.

B.15.1 NÁVRH EXPANZNÍHO ZAŘÍZENÍ

B.15.1.1 EXPANZNÍ NÁDOBA ZA TEPELNÝM ČERPADLEM

Teplota otopné vody	$T_{w1}=50^{\circ}\text{C}$
Hustota vody při 50°C	$P_{tw1}=988,04 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Výška otopné soustavy	$H=3,2\text{m}$
Minimální tlak v nejvyšším místě soustavy	$P_d= 50\text{kPa}$
Celkový objem vody	$V_A=1370\text{l}$
Výkon tepelného čerpadla	$Q_n=33,6 \text{ kW}$
Součinitel zvětšení objemu	$n=0,0118$

Natavení tlaku plynu v nádobě

$$p_o = \frac{h}{10} + 0,2 \text{ bar} = \frac{3,2}{10} + 0,2 = 0,52 \text{ bar} = 52 \text{ kPa}$$

Plnicí tlak

$$p_f = p_o + 0,3 \text{ bar} = 0,52 + 0,3 = 0,82 \text{ bar} = 82 \text{ kPa}$$

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$P_{d,dov} \geq 1,1 \cdot h \cdot p \cdot g \cdot 10^{-3} + p_z = 1,1 \cdot 3,2 \cdot 988,04 \cdot 10 \cdot 10^{-3} + 20 = 34,8 \text{ kPa}$$

Navrhují $p_d = 50 \text{ kPa}$

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

$$P_{h,dov} \leq p_k - (h_{mr} \cdot p \cdot g \cdot 10^{-3}) = 280 - (0,5 \cdot 988,04 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 275,06 \text{ kPa}$$

Navrhují $p_{hp} = 250 \text{ kPa}$

Objem expanzní nádoby

$$V_e = 1,3 \cdot V_A \cdot n = 1,3 \cdot 1370 \cdot 0,0118 = 21,02 \text{ l}$$

Potřebný objem expanzní nádoby

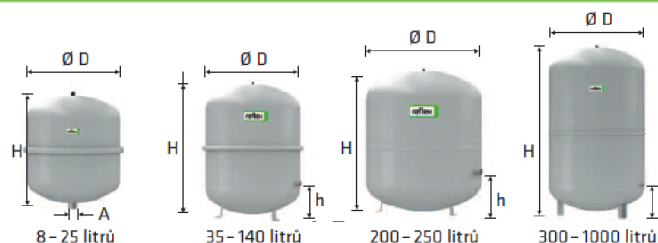
$$V_{ep} = V_e \cdot \frac{p_{hp} + 100}{p_{hp} - p_d} = 0,021 \cdot \frac{250 + 100}{250 - 50} = 0,0368 \text{ m}^3$$

Průměr expanzního potrubí

$$D_p = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_n} = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{33,6} = 13,48 \text{ mm} - \text{Navrhují DN15}$$

Reflex NG, N

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



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

Obr. 61 Technický list expanzních nádob REFLEX NG, N [33]

Navrhují tlakovou expanzní nádobu s membránou od firmy Reflex typu NG50/6 o jmenovitém objemu 50 litrů.

B.15.1.2 EXPANZNÍ NÁDOBA PRO SOLÁRNÍ SOUSTAVU

Výška soustavy od napojení EN	$h_s=3\text{m}$
Minimální tlak v nejnižším místě soustavy	$p_d=150\text{ kPa}$
Otevírací přetlak pojistného ventilu	$p_o=600\text{ kPa}$
Hustota teplotosné látky při 10°C	$\rho_{t_o}=1043\text{ kg/m}^3$
Hustota teplotosné látky při 110°C	$\rho_{t_{\max}}=973\text{ kg/m}^3$

Plnicí tlak

$$p_o = h_s \cdot \rho_{t_o} \cdot g + p_d = 3 \cdot 1043 \cdot 10 + 150 = 31,44\text{ kPa}$$

Maximální provozní přetlak

$$p_e = 0,9 \cdot p_o = 0,9 \cdot 600 = 540\text{ kPa}$$

Součinitel objemové roztažnosti

$$\beta = \frac{\rho_{t_o}}{\rho_{t_{\max}}} - 1 = \frac{1043}{973} - 1 = 0,0719$$

Objem vody kapaliny v soustavě

$$V = V_{tr} + V_k + V_{zař} = 10 + 33,6 + 43 = 86,6\text{ l}$$

Objem teplotosné látky

$$V_s = (1 - 2\%) \cdot V = (0,02) \cdot 86,6 = 1,74\text{ l}$$

Minimální objem expanzní nádoby

$$V_{EN} = (V_s + V \cdot \beta + V_k) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_o} = (1,74 + 86,6 \cdot 0,0719 + 33,6) \cdot \frac{540 + 100}{540 - 31,44} = 52,31\text{ l}$$

Pojistný Výkon

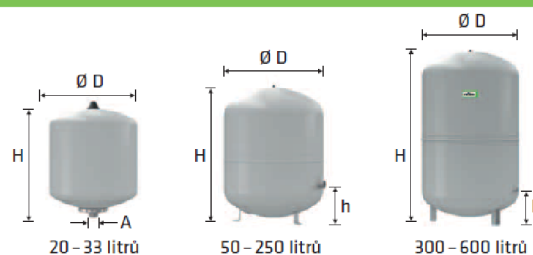
$$Q_p = n_o \cdot A_k \cdot \text{skut} \cdot G = 0,7347 \cdot 44,2 \cdot 1000 = 32474\text{ W}$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$D_p = 10 + 0,3 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 32474^{0,5} = 13,42\text{ mm} - \text{DN15}$$

Reflex S

- pro solární, topné a chladicí soustavy
- pro koncentrace nemrznoucí směsi do 50 %
- se závitovým připojením
- membrána podle DIN EN 13831, přípustná teplota 70 °C
- schválení podle směrnice pro tlakové zařízení 87/23/EG
- 33 litrů s upevňovacími závěsy, od 50 litrů s nožičkami



10 bar	Typ * 10 bar /120 °C	Obj. číslo šedá	Obj. číslo bílá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	S 2/10	8707700	-	280	1,0	132	260	-	G 3/4	0,5
	S 8/10	8703900	9702600	96	2,5	206	316	-	G 3/4	1,5
	S 12/10	8704000	9702700	72	2,5	280	300	-	G 3/4	1,5
	S 18/10	8704100	9702800	56	3,2	280	374	-	G 3/4	1,5
	S 25/10	8704200	9702900	42	4,5	280	496	-	G 3/4	1,5
	S 33/10	8706200	9706300	24	6,3	354	455	-	G 3/4	1,5
	S 50/10	8209500	-	20	9,5	409	469	158	R 3/4	3,0
	S 80/10	8210300	-	12	14,6	480	538	166	R 1	3,0
	S 100/10	8210500	-	10	15,5	480	644	166	R 1	3,0
	S 140/10	8211500	-	6	17,4	480	941	210	R 1	3,0
	S 200/10	8213400	-	-	35,6	634	758	205	R 1	3,0
	S 250/10	8214400	-	-	40,8	634	888	205	R 1	3,0
	S 300/10	8215400	-	-	47,0	634	1092	235	R 1	3,0
	S 400/10	8219000	-	-	61,0	740	1102	245	R 1	3,0
	S 500/10	8219100	-	-	72,0	740	1321	245	R 1	3,0
	S 600/10	8219200	-	-	87,0	740	1559	245	R 1	3,0

Obr. 62 Technický list expanzní nádoby REFLEX S [33]

Navrhuj expanzní nádobu od firmy REFLEX typu S80/10 o jmenovitém objemu 80 litrů.

B.15.2 NÁVRH ODDĚLOVACÍ NÁDRŽE PRO EN SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Oddělovací nádrž se navrhuje z důvodu ochrany membrány expanzní nádoby před působením nedovolené teploty. Pro membránu nebo vak je nejvyšší přípustná teplota pro trvalý kontakt 70°C.

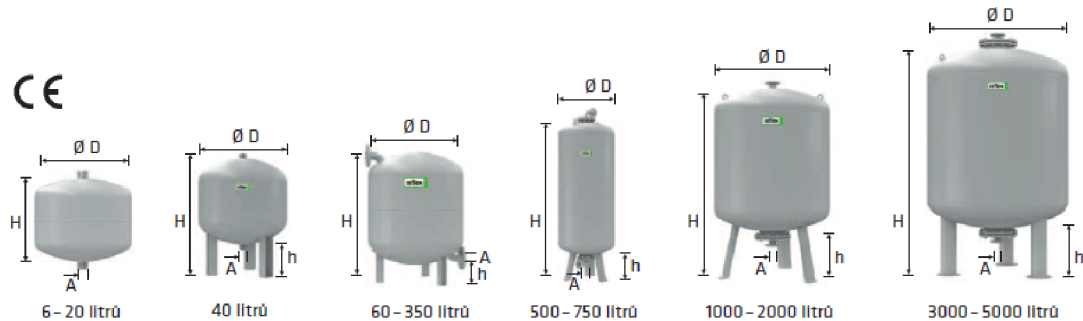
Oddělovací nádoba se připojuje nahoře k systému. Expandující voda ze systému s teplotou > 70 °C vytlačuje chladnější vodu z oddělovací nádoby do expanzní nádoby.

Objem oddělovací nádrže

$$V_N = \frac{n}{100} * V + V_k = \frac{6,39}{100} * 86,6 + 33,6 = 39,14l$$

Reflex oddělovací nádoby

- doporučené pro zařízení s teplotou zpětné větve vyšší než 70 °C nebo v chladicích soustavách <0 °C včetně
- schválené podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG
- použitelné také jako akumulační zásobník



10 bar	Typ * 6 bar/120 °C	Obj. číslo šedá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A
	V 6/10	8403100	96	2,0	206	244	-	R ¾
	V 12/10	8403200	72	3,0	280	287	-	R ¾
	V 20/10	8402000	42	4,0	280	360	-	R ¾
	V 40/10	8403400	18	7,8	409	562	113	R 1
	V 60/10	8402600	12	23,0	409	732	172	R 1
	V 200/10	8701800	-	43,0	634	901	142	DN 40/PN 16
	V 300/10	8701900	-	48,0	634	1201	142	DN 40/PN 16
	V 350/10	8702400	-	51,0	640	1341	210	DN 40/PN 16
	V 1000/10	8400205	-	560,0	1000	2055	286	DN 65/PN 16
	V 1500/10	8400305	-	780,0	1200	2045	284	DN 65/PN 16
	V 2000/10	8400405	-	940,0	1200	2055	284	DN 65/PN 16
	V 3000/10	8400505	-	1405,0	1500	2598	313	DN 65/PN 16
	V 4000/10	8400605	-	1930,0	1500	3178	313	DN 65/PN 16
	V 5000/10	8400705	-	2015,0	1500	3173	313	DN 65/PN 16

6 bar	Typ * 6 bar/120 °C	Obj. číslo šedá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A
	V 500/6	8852800	-	160,0	750	1652	210	DN 40/PN 6
	V 750/6	8851800	-	205,0	750	2323	210	DN 40/PN 6
	V 1000/6	8851905	-	310,0	1000	2020	305	DN 65/PN 6
	V 1500/6	8852305	-	445,0	1200	2020	305	DN 65/PN 6
	V 2000/6	8852405	-	545,0	1200	2478	305	DN 65/PN 6
	V 3000/6	8852505	-	775,0	1500	2556	340	DN 65/PN 6
	V 4000/6	8853405	-	1060,0	1500	3131	340	DN 65/PN 6
	V 5000/6	8854805	-	1095,0	1500	3666	340	DN 65/PN 6

Obr. 63 Technický list oddělovací nádrže od firmy REFLEX [33]

Navrhuji oddělovací nádobu REFLEX V40/10 o jmenovitém objemu 40 litrů.

B.15.3 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU

Teplota otopné vody	$t_{w1}=50^{\circ}\text{C}$
Hustota vody při 50°C	$\rho_{tw1}=988,04 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Výška otopné soustavy	$h=3,2\text{m}$
Výška manometrické roviny	$h_{mr}= 0,5\text{m}$
Výkon tepelného čerpadla	$Q_n=33,6 \text{ kW}$

Nejvyšší dovolený přetlak

$$p_{h,dov} \leq p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 280 - (0,5 \cdot 988,04 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 275 \text{ kPa}$$

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$$p_o = p_{h,dov} = 275 \text{ kPa} - \text{Navrhují } p_o = 250 \text{ kPa}$$

Průřez sedla pojistného ventilu

$$S_o = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha v \cdot \sqrt{p_o}} = \frac{2 \cdot 33,6}{0,684 \cdot \sqrt{250}} = 6,25 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{S_o}{\pi}\right)^{0,5} = 2 \cdot \left(\frac{6,25}{\pi}\right)^{0,5} = 2,82 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_o = \alpha \cdot d_i = 1,22 \cdot 2,82 = 3,44 \text{ mm}$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 33,6^{0,5} = 23,11 \text{ mm} - \text{DN25}$$

Označení Typ DUCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm ²]	Zaručený výtokový součinitel α_w [-]	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_o do 300 kPa tolerance $\pm 10\%$ Při p_o nad 300 kPa tolerance $\pm 30\%$
Pro topení:				
1/2" x 1/2"	15	113	0,444	200; 250; 300
3/4" x 3/4"	20	176	0,565	200; 250; 300
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
3/4" x 1"	20	176	0,565	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1/2" x 3/4" M	15	113	0,444	250

Obr. 64 Technické informace k pojistovacím ventilům Meibes

Na základě dimenze pojistného potrubí navrhují pojistný ventil MEIBES 1"x1 1/4" DN25 s otevíracím přetlakem 250 kPa.

B.16 POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ

Výpočet potřeby tepla jsem provedl zjednodušeně dle tzb-info. Bude sloužit jen pro orientační porovnání PCM a vodního zásobníku ,

Tab. 50 Zjednodušený výpočet potřeby teplé vody

Lokalita (Tabulka)

Město: Délka topného období: [dny]

Venkovní výpočtová teplota $t_e = -12$ °C Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3.7$ °C

$t_{em} = 12$ °C
 $t_{em} = 13$ °C
 $t_{em} = 15$ °C ???

Vytápění

Tepelná ztráta objektu $Q_c = 24.05$ kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 20$ °C ???

Vytápěcí denostupně
 $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3651$ K.dny

Opravné součinitele a účinnosti systému

$e_i = 0.80$??? $\eta_o = 0.98$???

$e_t = 0.90$??? $\eta_r = 0.97$???

$e_d = 1$???

Opravný součinitel ϵ ???

$\epsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.72$
 $\epsilon = 0.765$

$$Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$Q_{VYT,r} = \langle 179.6 \text{ GJ/rok} \rangle$

$Q_{VYT,r} = \langle 49.9 \text{ MWh/rok} \rangle$

Ohřev teplé vody

$t_1 = 10$ °C ??? $\rho = 1000$ kg/m³ ???

$t_2 = 55$ °C ??? $c = 4186$ J/kgK ???

$V_{zp} = 0.328$ m³/den ???

Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$???

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{zp} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C

Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C

Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny]

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

$Q_{TUV,r} = \langle 29.1 \text{ GJ/rok} \rangle$

$Q_{TUV,r} = \langle 8.1 \text{ MWh/rok} \rangle$

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \langle 208.7 \text{ GJ/rok} \rangle$

$Q_r = \langle 58 \text{ MWh/rok} \rangle$

Z výpočtu je zřejmé že potřeba tepla na vytápění je 179,6 GJ/rok, převedeme na 492,05 MJ/den, to znamená že pokud PCM akumulární nádobě dokáže naakumulovat 314,75 MJ tak zůstane nabitá na 15,35 hodiny.

Oproti vodnímu zásobníku o stejném objemu 1000 litrů, který dokáže naakumulovat 115 MJ to dělá 5,61 hodin.

V porovnání je vidět že vodní zásobník je třeba nabíjet 3x častěji než PCM akumulární zásobník



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

FAKULTA STAVEBNÍ

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

C. PROJEKT

BACHELOR'S THESIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTHOR

AUTOR PRÁCE

Lukáš Němec

SUPERVISOR

VEDOUCÍ PRÁCE

doc. Ing. ONDŘEJ ŠIKULA, Ph.D.

BRNO 2020

C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Název stavby	:	Vytápění Penzion
Místo stavby	:	Choltice
Kraj	:	Pardubický
Projektant části	:	Lukáš Němec
Stupeň	:	Dokumentace pro provedení stavby
Datum zpracování	:	22. května 2020

C.1.2 ÚVOD

Předložená projektová dokumentace řeší vytápění a ohřev teplé vody v rámci akce: „Penzion Choltice“. Zdrojem tepla bude tepelné čerpadlo vzduch-voda, umístěné v technické místnosti (126). Ohřev teplé vody je řešen pomocí solárních kolektorů umístěných na ploché střeše 1.NP společně s tepelným čerpadlem. Vytápění je řešeno podlahovým vytápěním po celém 1.NP s pomocí ohřevu otopných v provedení deskových radiátorů a konvektorů a trubkových těles v provedení žebříků do koupelen.

Výchozí podklady pro zpracování dokumentace byly:

- projektová dokumentace stavební části
- požadavky investora
- hygienické předpisy
- požadavky zadavatele
- ČSN a legislativa oboru vytápění

C.1.2.1 POUŽITÉ PŘEDPISY A TECHNICKÉ NORMY

- Vyhl. 193/2007 Sb.- kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhl. 194/2007- kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům
- ČSN 73 0540- Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540- Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrh hodnoty veličin
- ČSN 73 0540- Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN EN 12 831 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 06 1101 – Otopná tělesa pro ústřední vytápění
- ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 15 316-2-1 Tepelné soustavy v budovách – sdílení tepla pro vytápění
- ČSN EN 15 316-2-3 Tepelné soustavy v budovách – rozvody tepla pro vytápění
- ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
- Zákon 406/2000 Sb. O hospodaření energií, ve smyslu dalších novelizací
- ČSN EN 15665 Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- TNI 73 0302—Zjednodušené hodnocení solárních tepelných soustav- Zjednodušený výpočtový postup
- TNI 73 0331- Energetická náročnost budov- Typické hodnoty pro výpočet

C.1.3 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ

C.1.3.1 PŘEDKLÁDANÉ ZÁKLADNÍ INFORMACE

Klimatické místo	Pardubice
Nadmořská výška	223 m n. m.
Nejnižší výpočtová teplota v zimním období	-12 °C
Denní průměrná teplota v otop. období	4,1 °C
Počet topných dnů v roce	234dnů
Průměrná vnitřní výpočtová teplota	20 °C

Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle ČSN EN 12831.

C.1.3.2 ZÁDAVACÍ PARAMETRY

Zadávací parametry teplot jednotlivých místností pro výpočet tepelné ztráty:

Vnitřní výpočtová teplota obytné a pobytové místnosti	20 °C
Vnitřní výpočtová teplota koupelen a wellness	24 °C
Vnitřní výpočtová teplota vstup a chodba	15 °C
Vnitřní výpočtová teplota pro sociální prostory	20°C
Vnitřní výpočtová teplota pro saunu	Nevytápěno

C.1.3.3 PARAMETRY SYTÉMOVÉ OBÁLKY

OZN	NÁZEV	U (W*m ² /K)	Un (W*m ² /K)
S2.1	STROP NAD 1.NP-varianta s keramickou dlažbou	0,629	2,200
S2.2	STROP NAD 1.NP- Terasa	0,162	0,600
S2.1.b	STROP NAD 1.NP varianta s laminátovou podlahou	0,578	2,200
P1	PODLAHA PŘILEHLÁ K ZEMINĚ varianta s keramickou dlažbou	0,193	0,450
P3	PODLAHA PŘILEHLÁ K ZEMINĚ varianta s parketama	0,190	0,450
S3.1	PLOCHÁ ZELENÁ STŘECHA NAD 1.NP	0,176	0,240
S3.1	ŠIKMÁ STŘECHA NAD 2.NP	0,219	0,300
SO.1	OBVODOVÁ STĚNA KAMENNÝ OBKLAD	0,162	0,300
SO.2	OBVODOVÁ STĚNA PLECHOVÝ OBKLAD	0,181	0,300
SO.3	OBVODOVÁ STĚNA U TERÉNU	0,258	0,300
VN1	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 300- DŘEVĚNÝ OBKLAD	0,556	2,700
VN2	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 300- OMÍTKA	0,561	2,700
VN3	VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA 200- DŘEVĚNÝ OBKLAD	0,769	2,700
PN1	VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA 150	1,222	2,700
PN2	VNITŘNÍ NENOSNÁ STĚNA 100	1,563	2,700
SP	STĚNA PROSKLENÁ	1,100	1,500

Byly uvažovány konkrétní skladby konstrukcí s U součiniteli v souladu s ČSN 73 0540.

Bilance potřeb tepla:

Tepelné ztráty byly stanoveny dle ČSN EN 12831, výchozím podkladem byly U součinitele ze zadávací dokumentace stavby. Tepelná ztráta prostupem včetně hygienické výměny místností s přirozeným větráním a minimální přírůžkou na zátop v souladu s ČSN EN 12 831 činí: 24,05 kW. Část VZT a technologii je bez nároků na vytápění. Teplo pro ohřev je řešen pomocí zásobníkových ohřivačů, které napájí solární kolektory a tepelné čerpadlo.

Tepelné ztráty místností

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT				
Číslo místnosti	Účel místnosti	Tepelná ztráta prostupem FT,i (W)	Tepelná ztráta větráním FV,i (W)	Návrhový výkon FHL,i (W)
101	VSTUPNÍ HALA	429,07	613,27	1042,34
102	SCHODIŠTĚ			
103	SPOLEČENSKÁ MÍSTNOST	4564,38	3868,93	8433,31
104	POKOJ	703,18	390,37	1093,55
105	KOUPELNA, WC	166,63	231,89	398,52
106	POKOJ	382,98	266,56	649,54
107	KOUPELNA, WC	168,53	231,89	400,41
108	POKOJ	382,98	266,56	649,54
109	KOUPELNA, WC	168,53	231,89	400,41
110	POKOJ	422,32	264,93	687,25
111	KOUPELNA, WC	174,14	231,89	406,02
112	CHODBA	504,13	343,15	847,28
113	ŠATNA	297,73	106,67	404,40
114	KUCHYNĚ	674,43	539,21	1213,65
115	SKLAD	NEVYTÁPĚNO		
116	CHODBA	-18,60	64,26	45,66
117	WC MUŽI	107,87	225,43	333,31
118	WC ŽENY	194,66	252,85	447,51
119	ÚKLID	NEVYTÁPĚNO		
120	ŠATNA ZAMĚSTNANCI	360,53	56,55	417,08
121	WC, SPRCHA, ZAMĚSTNANCI	340,70	123,38	464,08
122	WELNESS	1177,69	791,68	1969,38
123	ŠATNA	200,61	90,82	291,43
124	WC	195,82	92,53	288,35
125	SAUNA	ŘEŠÍ VLASTNÍ ZDROJ TEPLA		
126	TECHNICKÁ MÍSTNOST	196,53	103,87	300,40
201	GALERIE	431,14	490,96	922,10
202	KANCELÁŘ	1359,60	581,32	1940,92
203	TERASA	NEVYTÁPĚNO		
CELKEM		13585,60	10460,86	24046,46

C.1.4 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VTYÁPĚNÍ

C.1.4.1 ZDROJ TEPLA

Jako zdroj tepla bude sloužit tepelné čerpadlo STIEBEL- ELTRON WPL57 typu vzduch- voda, společně s akumulacním PCM zásobníkem o objemu 1000 litrů. Bod bivalence a zapojení doplňkových zdrojů nastává při teplotě $-3,9^{\circ}\text{C}$. Výkon tepelného čerpadla při této teplotě je 26,2 kW.

Tepelné čerpadlo bude umístěno na instalační plošině na střeše objektu. Napojení TČ na rozvody potrubí bude pomocí izolovaných flexi hadic dle výrobce.

Pro přípravu teplé vody jsem navrhl dva zásobníky OKC 400 NTRR/HP/SOL o společném objemu 704 litrů.

V letním období bude provozován systém se solárními kolektory jako zdroj pro přípravu teplé vody. Bude složen dohromady z 24 kusů solárních kolektorů o celkové ploše $44,2\text{m}^2$. Solární kolektory budou umístěny na ploché střeše 1.NP a orientovány na jih s odklonem 15° a s sklonem 45° . a Pro delší životnost teplených čerpadel je navrženo jako doplňkový zdroj ohřevu teplé vody i2x topné těleso STIEBEL-ELTRON BGC/45 o výkonu $2 \times 2-5,7\text{kW}$.

C.1.4.2 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Pro okruh za tepelným čerpadlem jsem navrhl tlakovou expanzní nádobu REFLEX NH50/6.

Pro solární soustavu byla navržena expanzní nádoba REFLEX S80/10 s předsazenou oddělovací nádobou, kvůli prevenci poškození membrány v expanzní nádobě. Oddělovací nádoba bude od firmy REFLEX typ V40/10.

Dále budou v soustavě umístěny pojišťovací ventily pro ochranu překročení nejvyššího dovoleného přetlaku, pojistný ventil sníží přetlak vypuštěním potřebné vody ze soustavy. Bude instalován před tepelným čerpadlem a za akumulacní nádrží a na výstupu teplé vody ze zásobníků teplé vody.

Pojistný ventil solární soustavy bude součástí solární skupiny.

C.1.5 SOLÁRNÍ SOUSTAVA

Solární soustava je navržena pro přípravu teplé vody v letních měsících.

Počet solárních kolektorů	24ks
Azimut solárních kolektorů	15°
Sklon solárních kolektorů	45°
Celková plocha solárních kolektorů	44,2m ²
Využitelný tepelný zisk solární soustavy	$Q_{ss,u}=19939$ kWh/rok

Potrubí solární soustavy bude navrženo z mědi o průměru 35x1,5mm. Spojování potrubí bude proveden pájením, nebo lisováním. Oběh kapaliny v solární soustavě bude zajišťovat oběhové čerpadlo, které je součástí solární skupiny.

Solární soustava bude naplněna teplotonosnou kapalinou H-30L nebo H-30LS, u které nesmí dojít k ředění s vodou. Plnění a vypouštění solární soustavy bude provádět firma s certifikací na základě pokynů výrobce. Plnění solární soustavy bude probíhat až po naplnění zásobníků teplé vody.

C.1.6 OTOPNÁ SOUSTAVA

Potrubní rozvody v technické místnosti budou z černých bezešvých ocelových trubek, které se spojují pomocí tavného svařování. Na nejvyšších místech budou potrubní rozvody osazeny odvzdušňovacími ventily, na nižších místech vypouštěcími kohouty bude-li to možné.

Požární ucpávky nebo manžety pro prostupy potrubí přes stavebně požárně dělící konstrukci (provedení dle požárně-bezpečnostního řešení s použitím protipožárních tmelů, včetně požárně-stavebního zapravení) jsou součástí dodávky profese Stavba.

Z hlavního kombinovaného rozdělovače a sběrače RS MINI 4.0 od firmy ETL umístěného v technické místnosti povedou 4 větve k podružným rozdělovačům a sběračům pro jednotlivé části objektu jsou vedeny v podlaze 1.NP. Rozvody po objektu jsou navrženy z měděného potrubí které se spojuje pájením nebo lisováním. Vertikální rozvody stoupacího potrubí jsou vedeny ve stěně. Potrubí bude opatřeno teplenou izolací PAROC Selection AluCoat T.

Rozvody v jednotlivých částech objektu od distribučních rozdělovačů a sběračů budou z vícevrstvého potrubí ALPEX- DUO SX.

Je potřeba při provádění důsledně dodržet montážní předpisy a pokyny výrobce trub.

Objekt je vytápěn převážně podlahovým vytápěním s kombinací otopných těles s nuceným oběhem vody o teplotním spádu 35/31°C.

1. Větev povede k distribučnímu 12 cestnému rozdělovači a sběrači od firmy IVAR pro střední část objektu, v které se nachází vstupní chodba s kuchyňkou a společenská místnost. Potrubí z rozdělovače a sběrače bude ALPEX- DUO SX o průměru 16x2,0mm. Místnost 114- kuchyňka bude vytápěno podlahově a také pomocí deskového otopného tělesa RADIK VK, kvůli nedostatku výkonu z podlahového vytápění. V místnosti 113- společenská místnost budou umístěny dva podlahové konvektory k francouzskému oknu. Konvektory budou typu Koraflex FV se zabudovaným ventilátorem, díky většímu výkonu. Zbytek místnosti bude vytápěno podlahově. Topné okruhy podlahového vytápění budou ovládány pomocí pokojového termostatu BT-DP-01, který bude umístěn ve výšce cca 1,2m. Podlahové konvektory budou regulovány pomocí pokojového termostatu SIEMENS RDG 160T.
2. Větev povede k distribučnímu 3 cestnému rozdělovači a sběrači od firmy IVAR pro druhé patro objektu. Ve kterém se nachází kancelář a galerie právě ve druhém patře. Potrubí z rozdělovače a sběrače bude ALPEX- DUO SX o průměru 16x2,0mm. Místnost 202- Kancelář bude vytápěna pomocí 2 konvektorů typu Koraflex FV se zabudovaným ventilátorem umístěných u francouzského okna. Do místnosti 201- Galerie je navrženo deskové otopné těleso RADIK VK od firmy KORADO. Podlahové konvektory budou regulovány pomocí pokojového termostatu SIEMENS RDG 160T.
3. Větev povede k distribučnímu 12 cestnému rozdělovači a sběrači od firmy IVAR pro ubytovací část, v které se nachází čtyři ubytovací pokoje s koupelnami. Potrubí z rozdělovače a sběrače bude ALPEX- DUO SX o průměru 16x2,0mm. Pokoje i koupelny budou vytápěny podlahově. Nutno dodržet okrajové zony u venkovních dveří z pokoje, viz. Projektová dokumentace. Dále v koupelnách bude pro větší pohodlí a sušení například ručníků navrženo trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR MAX-M se spodním středovým připojením. Topné okruhy podlahového vytápění budou ovládány pomocí pokojového termostatu BT-DP-01, který bude umístěn ve výšce cca 1,2m
4. Větev povede k distribučnímu 8 cestnému rozdělovači a sběrači od firmy IVAR pro část WELNESS, v které se nachází sociální zázemí pro personál, wellness a sociální zázemí pro návštěvníky penzionu. Potrubí z rozdělovače a sběrače bude ALPEX- DUO SX o průměru 16x2,0mm. Všechny místnosti budou vytápěny podlahově. V místnosti 122-

WELNESS bude přidán k francouzskému oknu podlahový konvektor KORAFLEX POOL- V FVP díky nedostatku výkonu z podlahového vytápění. Jedná se o konvektor s nucenou konvekcí vhodný do vlhkého prostředí, tento konvektor musí být napojen na kanalizaci (řeší profese ZTI). Dále zde bude umístěno elektrické přímotopné těleso. V místnosti 121-WC, sprcha zaměstnanci bude navrženo trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR MAX-M se spodním středovým připojením a společně sním elektrické přímotopné těleso. Topné okruhy podlahového vytápění budou ovládány pomocí pokojového termostatu BT-DP-01, který bude umístěn ve výšce cca 1,2m. Podlahové konvektory budou regulovány pomocí pokojového termostatu SIEMENS RDG 160T.

C.1.6.1 NUCENÝ OBĚH

Nucený oběh bude zajištěn pomocí oběhových čerpadel od firmy GRUNDFOS.

Oběh kapaliny v solárních systému bude zajišťovat oběhové čerpadlo umístěno v kompletní stanici pro řízení solárního okruhu Logasol KS/2.

Hlavní oběhové čerpadlo	Magna3 32-120
Úsek 2	Magna3 25-100

C.1.6.2 PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

Doplňování vody do topného systému bude prováděno z vodovodního řádu. Doplnění vody do systému bude prováděno pomocí Fillcontrol Plus Compact DN 15 od firmy Reflex. Kompaktní automatické doplňovací zařízení, použitelné pro soustavy s membránovými tlakovými expanzními nádobami v souladu s DIN 1988 a DIN EN 1717, včetně systémového oddělovače. Doplnění nastane při poklesu tlaku v soustavě otevřením regulačního ventilu a systém vpustí do soustavy upravenou vodu. Před automatickým doplňováním bude nainstalovaný vodoměr a kulový kohout.

C.1.6.3 TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ

Potrubí bude opatřeno teplenou izolací PAROC Selection aluCoat T. Tloušťky tepelné izolace jsou uvedeny ve výpočtová části.

C.1.6.4 KOMPENZACE DILATACÍ A ULOŽENÍ POTRUBÍ:

Kompensace potrubí bude řešena kompenzací na potrubí ve tvaru „U;L“, nebo kompenzačními prvky (vlnkovými kompenzátory z nerezové oceli). Paty dlouhých přímých tahů i krátkých přípojek z nich budou pro volnější kompenzaci založeny pěnovým polyetylen materiálem.

Potrubí bude kluzně uloženo po 1,5m. Rozvody vedené ve stěnách v drážkách budou uchyceny pomocí dvojité potrubní objímky, kombi šroubů a hmoždinek do stavební konstrukce.

C.1.6.5 HYDRAULICKÁ REGULACE SOUSTAVY

Vyrovnaní tlakových poměrů bude zajištěno pomocí vyvažovacích ventilů. Nastavení ventilů viz. Výpočtová.

Kvalita vody (teplota) v jednotlivých distribučních větvích bude řízena trojcestným směšovacím ventilem na základě ekvitermní regulace, podle venkovní teploty snímané venkovním teplotním čidlem, které bude umístěno na severní straně fasády, abychom zajistili nejméně příznivé podmínky. Trojcestné ventily budou řízeny servopohonem propojeným s centrálou měření a regulace umístěné v technické místnosti.

C.1.6.6 ARMATURY

V celém rozvodu jsou použity uzavírací kulové kohouty, klapky, filtry, zpětné klapky, vyvažovací armatury. Potrubní rozvody jsou dále doplněny drobnými odvzdušňovacími a měřicími armaturami.

Pro hydraulické vyvážení průtoků v jednotlivých větvích systémů: na potrubí budou osazeny vyvažovací ventily.

Nastavení a seřízení armatur musí provést certifikovaný partner dle hydraulického vyvážení měřicím přístrojem.

C.1.7 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Během provádění předmětu projektu musí být postupováno v souladu s pravidly bezpečnosti práce. Povinností vedoucích pracovníků je proškolení všech pracovníků, provádění zápisů do stavebního deníku a průběžná kontrola bezpečnosti práce. Pracoviště musí být řádně osvětleno. Na staveništi musí být kompletně vybavená lékárnička pro poskytnutí první pomoci.

Základní předpisy:

nařízení vlády č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí,

vyhláška č. 192/2005 Sb. která stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení ve znění pozdějších předpisů,

nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky,

zák. 309/2006 Sb. - zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,

nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništích,

Montáž všech zařízení musí být prováděna odborně způsobilými pracovníky a musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření. Veškeré práce musí být prováděny v souladu s předpisy protipožární ochrany. Veškeré práce související se stávajícím zařízením mohou být prováděny pouze na základě souhlasu pověřeného zástupce investora a musí se přihlížet k místním provozním předpisům.

Projektová dokumentace je zpracována v souladu s platnými hygienickými předpisy a souvisejícími normami, zejména zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb o hygienických požadavcích na pracovní prostředí.

C.1.7.1 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

Pro potrubí budou zajištěny průchody požárními zdiemi tak, aby izolace v průchodu odolávala přímému ohni minimálně o odolnosti požárně stavební konstrukcí, kterou prochází. Bude použito např. protipožárního elastického tmelu příslušné odolnosti.

C.1.7.2 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Navržené zařízení pro vytápění svým provozem nebude mít negativní dopad na životní prostředí. Projekt plně respektuje požadavky na užití energie a pravidla pro vytápění v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb. a dle ustanovení vyhlášky ČUBP č. 48/1982 a souvisejících norem a předpisů. Je navržen spalovací zdroj splňující přípustné koncentrace oxidu uhelnatého ve spalínách.

C.1.7.3 NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

Odpadní látky vzniklé v průběhu výstavby budou skladovány, transportovány a likvidovány v souladu se zásadami pro nakládání s odpady dle zákona č. 185/2001 Sb. (Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů).

C.1.8 POŽADAVKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE

C.1.8.1 PROFESE STAVBA ZAJIŠŤUJE

- Při montáži zajistit průrazy stěnami a stropy pro průchody potrubí (vysekaní nebo vyvrtání otvorů).
- protipožární zajištění všech prostupů UT v návaznosti na požárních ucpávek v rámci profese UT
- Koordinace postupu prací v rámci návaznosti ELE, MAR, VZT, UT
- Příprava drážek pro rozvody ÚT

C.1.8.2 PROFESE ZDRAVOTNÍ INSTALACE ZAJIŠŤUJE:

- Zajistit přívod vody do otopné soustavy
- Zajistit přívod studené a teplé vody a cirkulace do zásobníku TV
- Ke tepelnému čerpadlu nachystat vývod na kanalizaci přes kalich
- Podlahovou vpusť do technické místnosti
- Napojit na kanalizaci podlahový konvektor v místnosti 122 WELLNESS

C.1.8.3 PROFESE MAR A ELKTRO ZAJIŠŤUJE:

- nastavení žádané teploty pro ohřev teplé vody
- ekvitermní regulaci pro topné větve
- ochranu proti zablokování čerpadla, procvičení ventilů
- Profese elektro zajistí silové připojení všech hlavních zařízení UT. Ostatní drobná zařízení budou připojena prostřednictvím MaR.
- elektrickou zásuvku 230 V na každé straně stěny kotelny
- Napojení tepleného čerpadla na elektrickou energii
- Napojení doplňování topné vody na elektrickou energii
- Napojení oběhových čerpadel

- Napojení a příprava pro venkovní čidlo teploty (ekvitermní regulaci)
- Napojení solární stanice Logasol na elektrickou energii

C.1.9 POKYNY PRO MONTÁŽ

Postup montáže lze volit libovolně, podle stavební připravenosti, je však nutno dodržovat některé zásady při montáži jednotlivých celků. Nutno se stavbou dohodnout postup montáže jednotlivých zařízení kotelny, zajištění montážní cesty, ponechání montážních otvorů, použití stavebního jeřábu k montáži zařízení kotelny apod. Nutno dodržovat projektovou dokumentaci a předepsané technické listy výrobce zařízení. Rovněž nutno vždy dodržet zásadu, že potrubí musí být tlakově vyzkoušeno před zaizolováním potrubí. Montáž provádět tak, aby všechny prvky pro tlumení chvění a hluku byly funkčně nainstalovány. Při montáži je nutno dodržet pokyny výrobce, uvedené v průvodní dokumentaci zařízení a jednotlivých výrobců. Rovněž musí být dodržena důsledná koordinace mezi profesemi Vzduchotechnika, UT, ZTI, Elektro a MaR.

Při montáži je nutno velmi důsledně respektovat koordinační zásady pro montáž potrubí všech profesí a elektroinstalace. V průběhu projektování byly uvedené profese koordinovány, a proto nelze provádět žádné změny bez projednání se všemi zúčastněnými profesemi.

Nutno zajistit všeobecnou zásadu, že ve všech nejvyšších místech potrubního systému je nutno umístit odvzdušňovací ventily, i když to není na výkresech vyznačeno. Rovněž je nutno zajistit možnost vypouštění vody z potrubí.

Nutno zajistit elektricky vodivé spojení přírubových spojů. Veškeré potrubí, které bude opatřeno tepelnou izolací, je nutno ukládat na závěsy a podpěry s pevnou izolační vložkou, aby bylo zamezeno vzniku tepelných ztrát a mechanickému poškození.

C.1.10 ZKOUŠKY

Před předáním zařízení odběrateli do provozu musí být dle ČSN 060830 instalované zabezpečovací zařízení (pojistné ventily, expanzní nádoby) odzkoušeno včetně elektrických částí. Před uvedením do provozu musí být technická místnost pro zdroj tepla vyzkoušena a schválena podle § 155 ČSN 07 0703 a předpisů tam uvedených. Nejprve budou provedeny dílčí zkoušky a to zejména:

C.1.10.1 ZKOUŠKA TĚSNOSTI (TLAKOVÁ ZKOUŠKA)

Zkoušky těsnosti se provádějí před zazděním drážek, provedením nátěrů a izolací. Vodní tepelné soustavy se zkoušejí vodou na nejvyšší dovolený přetlak určený v projektu pro danou část zařízení (max. přetlak celé soustavy 3 bary). Soustava se naplní upravenou vodou, řádně se odvzdušní (tzn. z odvzdušňovacích ventilů nevychází vzduch, ale voda) a celé zařízení (všechny spoje, otopná tělesa, armatury atd.) se prohlédne, přičemž se nesmějí projevit viditelné netěsnosti. V soustavě se udržuje přetlak odpovídající nejvyššímu dovolenému přetlaku určenému v projektu pro danou část (minimálně ale 0,1 MPa) po dobu 6ti hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný pokud se neobjevily při této prohlídce netěsnosti anebo se neprojevil znatelný pokles hladiny v expanzní nádobě.

Zdroje tepla, výměníky a ohříváče zkouší výrobce a podmínky zkoušky uvádí v průvodní dokumentaci výrobku. Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, jestliže se při této prohlídce neobjeví netěsnosti. Pokud se objeví při tlakové zkoušce netěsnosti, musí se odstranit a tlaková zkouška se opakuje.

C.1.10.2 PROPLACH POTRUBÍ

Před vyzkoušením a uvedením do provozu budou všechna zařízení propláchnuta. Propláchnutí se provádí při 24hodinovém provozu oběhových čerpadel.

Před uvedením do provozu se musí zabudovat demontované prvky, provést nastavení seřizovacích armatur a armatur na otopných tělesech a naplnit zařízení upravenou vodou podle ČSN 07 7401 nebo ČSN 38 3350. Vyčištění a propláchnutí soustavy je součástí montáže a o jeho provedení je proveden zápis ve stavebním deníku.

- Na veškerá elektrická zařízení musí být provedena revizní zpráva.

Závěrečnou zkouškou bude topná zkouška (viz ČSN 060310, čl. 138, 140, 141, 143), při které bude provedena i zkouška dilatační (viz ČSN 06 0310, čl. 137) – viz níže:

C.1.10.3 DILATAČNÍ ZKOUŠKA

Dilatační zkouška se provede před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením tepelných izolací. Při této zkoušce se teplotná látka ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního

vzduchu. Poté se tento postup ještě jednou opakuje. Zjistí-li se pak po podrobné prohlídce netěsnosti zařízení, popř. jiné závady, je nutno zkoušku po provedení opravy opakovat. Výsledek zkoušky se zapíše do stavebního deníku nebo se provede samostatný zápis. Zkouška se provádí za účasti zástupce investora.

C.1.10.4 ZKOŠKA PROVOZNÍ

Provozní zkoušky lze provádět pouze po úspěšně vykonané zkoušce těsnosti.

C.1.10.5 POKYNY PRO OBSLUHU A ÚDRŽBU

První sezóna provozu se zpravidla spojí s topnou zkouškou a se zaregulováním celé soustavy. Doporučujeme se držet následujících zásad:

- kontrolovat těsnost topného systému, závady neřešit doplňováním ztrátové vody
- kontrolovat stav zanesení filtrů a dle potřeby filtry vyčistit
- systém vypouštět jen v případě nutných oprav a ponechat nenaplněný jen co nejkratší dobu
- při nebezpečí zamrznutí systému problém řešit použitím nemrznoucí směsi a ne vypouštěním soustavy
- pravidelně kontrolovat a udržovat jednotlivé prvky (čerpadlo, teplené čerpadlo, regulační prvky, expanzní nádoba) dle příslušného návodu k použití
- při zahájení každé topné sezóny kontrolovat kvalitu oběhové vody a dle potřeby doplnit příslušné chemické prostředky

C.2 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace tvoří samostatnou přílohu této bakalářské práce.

Obsah výkresové dokumentace

Číslo	Název výkresu
D.1.4 -01	Půdorys rozvodu vytápění 1.NP
D.1.4 -02	Půdorys rozvodu vytápění 2.NP
D.1.4 -03	Půdorys rozvodu podlahového vytápění 1.NP
D.1.4 -04	Půdorys rozvodu podlahového vytápění 2.NP
D.1.4 -05	Půdorys technické místnosti
D.1.4 -06	Schéma zapojení zdroje tepla
D.1.4 -07	Schéma zapojení podlahového vytápění

2. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování vytápění na penzion v Cholticích pomocí podlahového vytápění.

V teoretické části jsem se zabýval problematikou akumulace tepla a chladu pomocí Phase change materiálů. A návrhem optimálního rozestupu kapilárních trubiček v akumulačním zásobníku tepla, které jsem simuloval v programu CalA 4.0.

Ve výpočtové části jsem navrhnul podlahové vytápění pro penzion v Cholticích. Jako zdroj tepla jsem použil tepelné čerpadlo vzduch- voda, které jsem zapojil společně s PCM akumulačním zásobníkem. Pro ohřev teplé vody v letních měsících jsem navrhnul solární soustavu.

V projektové části jsem vypracoval technickou zprávu a výkresovou dokumentaci.

3. SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová dokumentace

4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ZDROJE

1. Tereza Žemlová, Ivo Jiříček, Václav Janda. <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/materialy-pro-akumulaci-tepla-ze-spalovani-biomasy>. *Materiály pro akumulaci tepla ze splaování biomasy*. [Online]
2. Ing, Pavla Zavoralová. <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-strechy-fasady/7360-pcm-ve-stavebnictvi-dil-1-zakladni-charakteristiky-pcm>. *PCM ve stavebnictví Díl1: Základní charakteristiky PCM*. [Online]
3. Krause, Bc. Luboš. [dSPACE.tul.cz > bitstream > handle > Krause_DP](https://dSPACE.tul.cz/bitstream/handle/Krause_DP/Akumulace_tepelne_energie_v_PCM). *Akumulace tepelné energie v PCM*. [Online] 2017.
4. Mareček, Tomáš. https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=100516. *Akumulace tepelné energie skupenskou změnou látek*. [Online] 2015.
5. Šebek, Bc. Jan. [www.vutbr.cz > www_base > zav_prace_soubor_verejne](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne). *Studium pasivní stabilizace teploty kompozitních stavebních materiálů*. [Online] 2010.
6. Amos. <https://www.tvorivyamos.cz/svickovy-parafin-500g>. *Svíčkový parafin 500g- peckovaný*. [Online]
7. Kateřina, Ondřejová. <https://pdfs.semanticscholar.org/4680/eb8f99d279852e91d41d9fb1cbaf02690d2e.pdf>. *Materiály s fázovým přechodem*. [Online] 2018.
8. Ing. Milan OStrý, Ph.D. [www.stpcr.cz > vvi-2007-03_s155](http://www.stpcr.cz/vvi-2007-03_s155). *Potenciál využití materiálů s fázovou změnou v lehkých konstrukcích*. [Online] 3 2007.
9. Bechník, Bronislav. <https://oze.tzb-info.cz/akumulace-tepla/1482-akumulace-tepelne-energie-fyzikalni-principy>. *Akumulace tepelné energie-fyzikální principy*. [Online] 14. 5 2003.
10. fond, Evropský sociální. <https://old.vscht.cz/anl/matejka/Chemie06b-fazovepremeny-separace.pdf>. *Fázové přeměny Separace*. [Online]
11. Kateřina Valentová, Kateřina Pecháčková, Radek Přikryl, Milan Ostrý a Oldřich Zmeškal. <https://doi.org/10.1063/1.4994522>. *Study of the thermal properties of selected PCMs for latent heat storage in buildings*. [Online] 7 2017.

12. doc.Ing, Ondřej Šíkula, Ph.D. http://www.researchgate.net/publication/47124995_Manul_k_softwaru_CalA_>. *Manuál k softwaru CalA*. [Online] 2009.
13. Ivarcs. <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapeni-ivartrio/vicevrstve-potrubi-p139453/>. *Vícevrstvé potrubí*. [Online]
14. Dek. https://www.dek.cz/produkty/detail/6000974390-upo-nubos-deska-bez-iz-tr-14-16-10m-bal-1016703?gclid=Cj0KCQjw17n1BRDEARIsAFDHFewAaVyNI8weDHNuCJmt3B1jt6Uo3eyypWcoNslUmN5l4J-r7XEgt5gaAvKjEALw_wcB&tab_id=parametry. *Systémová deska UPONOR*. [Online]
15. Czech.Wolf. https://czech.wolf.eu/fileadmin/Wolf_Internationalisierung/Tschechien/Produkt/Gabotherm/Gabo_montazni_navody_regulace_plosne_vytapeni_chlazeniprostorovy_termostat_BT-DP-10042019.pdf. *Pokojový termostat BT-DP*. [Online]
16. Korado. <https://www.korado.cz/>. *Korado, teplo pro vás*. [Online] Korado, a.s.
17. Dražice. <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teplevody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntrr-hp-sol#ke-stazeni>. *Nepřímotopný zásobník OKC NTRR/HP/SOL*. [Online]
18. Solar, Propuls. <https://www.propuls.cz/solarni-kolektory-suntime>. *O solárních kolektorech Suntime*. [Online] Propuls solar s.r.o.
19. doc. Ing Tomáš Matuška, Ing. Bořivoj Šourek, Ing. Zedně Reinberk. <https://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>. *Zjednodušená bilance solárního kolektoru*. [Online]
20. STIEBEL-ELTRON. https://www.stiebel-eltron.cz/cs/produkty-a-reseni/obnovitelne_zdrojeenergie/tepelne_cerpadlo/tepelna_cerpadlavzduc_hvoda/wpl_47_57/wpl_57.html. *Tepelná čerpadla vzduch-voda*. [Online]
21. —. https://www.stiebel-eltron.cz/cs/produkty-a-reseni/tepla_voda/zasobnik/prislusenstvi/sroubovaci_topnetelesoprovoditel_nepripojenikwws20/bgc_45.html. *Příslušenství*. [Online]
22. ETL-EKOTHERM. <https://www.etl.cz/kompletni-sestava-rozdelovace>. *Kompletní sestava rozdělovače*. [Online] ETL-EKOTHERM a.s.
23. Ivar.cs. <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapeni-ivartrio/kit-mix-3-p140608/>. *KIT MIX 3*. [Online]

24. IVAR.CS. <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapeni-ivartrio/filtr-zavitovy-p139462/>. *Filtr závitový*. [Online]
25. Reinberk, Ing. Zdeněk. <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/48-prutokovy-soucinitel-kv-a-graf-tlakovych-ztrat>. *Průtokový součinitel kv a graf tlakových ztrát*. [Online]
26. IMI-Hydronic. <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/vyva%C5%BEov%C3%A1n%C3%AD-regulace-a-pohony/vyva%C5%BEovac%C3%AD-ventily/vyva%C5%BEovac%C3%AD-ventily/STAD-PN-25/2ee5df04-a17f-4a79-b66e-c0b3f9c329a7>. *STAD- PN25*. [Online]
27. Ivar.cs. <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapeni-ivartrio/rozdellovace-a-sberace-c835/>. *Rozdělovače a sběrače*. [Online] IVAR CS spol. s.r.o.
28. GRUNDFOS. <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?custid=GCZ&qcid=908876494>. *Grundfos product center*. [Online]
29. AquaProduct. <https://katalog.aquaproduct.cz/?id=upravny-vody-blokove-automaticke-buva>. *Blokové úpravny vody*. [Online]
30. REFLEX. <http://www.reflexcz.cz/cz/fillcontrol-vytapeni-bez-starosti>. *Fillcontrol Plus Copmapc: vytápění bez starosti*. [Online]
31. PAROC. <https://www.paroc.cz/products/tzb-a-prumyslove-procesy/potrubni-pouzdra/paroc-hvac-section-alucoat-t>. *Paroc Hvac Section AluCoat T*. [Online]
32. TZB-info. <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubni-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>. *Tepelná ztráta s izolací kruhového průřezu*. [Online]
33. REFLEX. <http://www.reflexcz.cz/cz/tlakove-expanzni-nadoby-s-membranou>. *Tlakové expanzní nádoby s membránou*. [Online]

5. SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Parafíny využívané jako PCM [4]	17
Tab. 2 Mastné kyseliny používané jako PCM [3]	17
Tab. 3 Cukerné alkoholy jako PCM [3]	18
Tab. 4 Polyethylen glykoly jako PCM [3]	18
Tab. 5 Organické PCM vhodné do tepelných zásobníků. [2]	19

Tab. 6 Hydráty soli a jejich vlastnosti [4]	20
Tab. 7 Příklady eutetických PCM [4].....	21
Tab. 8 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S2.1 a- Strop nad 1.NP- dlažba.....	38
Tab. 9 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S2.2 - Strop nad 1.NP-terasa.....	38
Tab. 10 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S2.1b- Strop nad 1.NP-lamino	38
Tab. 11 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro P1 – podlaha k zemině- dlažba	39
Tab. 12 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro P3 – podlaha k zemině- parkety	39
Tab. 13 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S3.1 – PLOCHÁ STŘECHA NAD 1.NP	40
Tab. 14 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro S3.1 – ŠIKMÁ STŘECHA NAD 2.NP	40
Tab. 15 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro SO.1 – OBVODOVÁ STĚNA - KÁMEN	40
Tab. 16 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro SO.2 – OBVODOVÁ STĚNA- PLECH.....	41
Tab. 17 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro SO.3 – OBVODOVÁ STĚNA- TERÉN.....	41
Tab. 18 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro VN1 – VNITŘNÍ STĚNA 300- DŘEVO	41
Tab. 19 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro VN2 – VNITŘNÍ STĚNA 300- OMÍTKA	41
Tab. 20 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro VN3 – VNITŘNÍ STĚNA 200- DŘEVO	41
Tab. 21 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro PN1 – VNITŘNÍ STĚNA 150	42
Tab. 22 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla pro PN2 – VNITŘNÍ STĚNA 100	42
Tab. 23 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla okenních konstrukcí.....	42

Tab. 24 Stanovení a posouzení součinitele prostupu tepla dveří.....	42
Tab. 25 Přehled součinitelů prostupu tepla posuzovaných konstrukcí	43
Tab. 26 Časové rozložení odběru teplé vody	85
Tab. 27 Nepřímotopný zásobník OKC NTRR/HP/SOL [17].....	86
Tab. 28 Příprava teplé vody [19].....	88
Tab. 29 Parametry solárního kolektoru Suntime 2.1 [19].....	88
Tab. 30 Návrh solárních kolektorů [19]	89
Tab. 31 Zisky solární soustavy [19]	89
Tab. 32 Technické údaje tepelného čerpadla STIEBEL ELTRON WPL 57 [20]	92
Tab. 33 Technické informace RS MINI 4.0 ETL Ekotherm-návrh modulu [22]	95
Tab. 34 Technické informace RS MINI 4.0 ETL Ekotherm-návrh podepření[22]	95
Tab. 35 Technické informace RS MINI 4.0 ETL Ekotherm- návrh rozložení podpěr [22].....	96
Tab. 36 Technické informace topných větví.....	97
Tab. 37 Technické informace topných větví- Návrh trojcestných směšovacích ventilů	97
Tab. 38 Technické informace topných větví- Návrh filtrů.....	98
Tab. 39 Technické informace topných větví- Vyvažovací ventily.....	104
Tab. 40 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.1	107
Tab. 41 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.2	109
Tab. 42 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.3	111
Tab. 43 Výpočet podlahového vytápění pro R+S č.4	113
Tab. 44 Informace o dimenzích a průtocích.....	114
Tab. 45 Technické údaje blokové úpravny vody BUVA 150 [29]	116
Tab. 46 Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla	118
Tab. 47 Návrh tloušťky tepelné izolace pro měděné potrubí o rozměrech 18x1,0mm [32]	119
Tab. 48 Návrh tloušťky tepelné izolace pro měděné potrubí o rozměrech 22x1,0mm [32].....	120

Tab. 49 Návrh tloušťky tepelné izolace pro měděné potrubí o rozměrech 35x1,5mm [32] 121

Tab. 50 Zjednodušený výpočet potřeby teplé vody 128

6. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Základní rozdělení PCMs [3]	15
Obr. 2 Parafín [6]	16
Obr. 3 Skokový graf změny tepelné vodivosti z programu CalA 4.0.....	22
Obr. 4 Fázový diagram [10].....	24
Obr. 5 Porovnání akumulace latentního a citelného tepla [9]	25
Obr. 6 Závislost měrné tepelné kapacity na teplotě pro 3 verze PCM od společnosti Rubitherm [11]	27
Obr. 7 Schéma zapojení kapilárních trubiček v PCM zásobníku.....	28
Obr. 8 Příkladné rozměry pro výsek 10x10mm.....	28
Obr. 9 Pracovní prostředí programu CalA 4.0 [12].....	29
Obr. 10 Zadané vlastnosti PCM [12]	29
Obr. 11 Průběh změny skupenství z tuhého na kapalný stav [12]	30
Obr. 12 Průběh předávání tepla ve výseku 10x10mm [12].....	31
Obr. 13 Závislost vlastností PCM pro výsek 10x10mm v časovém průběhu.....	32
Obr. 14 Poměr tepelné kapacity k nabíjecím výkonům	33
Obr. 15 Porovnání celkových tepelných kapacit.....	34
Obr. 16 Porovnání celkových nabíjecích výkonů	34
Obr. 17 Vícevrstvé potrubí IVAR.ALPEX – DUO XS [13].....	74
Obr. 18 Materiálové složení vícevrstvé trubky IVAR. ALPEX- DUO XS [13]....	74
Obr. 19 SYSTÉMOVÁ DESKA UPONOR [14]	75
Obr. 20 Pokojový termostat pro podlahové vytápění BT-DP-01 [15]	76
Obr. 21 Desková tělesa Korado Radik VK [16]	77
Obr. 22 Přímé šroubení Vekolux [16]	78
Obr. 23 Termostatická hlavice Heimer typu K [16]	78

Obr. 24 Podlahový konvektor – Koraflex FV [16]	79
Obr. 25 Pokojový termostat SIEMENS RDG 160T [16].....	80
Obr. 26 Trubkové otopné těleso Koralux Linear Max-M [16].....	81
Obr. 27 Armatura HM [16]	82
Obr. 28 Přímá armatura HM [16]	82
Obr. 29 Elektrický přímotop Koralux Linear Max-ER [16]	83
Obr. 30 Graf denní potřeby a dodávky tepla	85
Obr. 31 Solární kolektor Suntime 2.1 [18].....	87
Obr. 32 Graf bilance energií [19]	89
Obr. 33 Tepelné čerpadlo STIEBEL- ELTRON WPL57 [20]	91
Obr. 34 Stanovení bodu bivalence tepelného čerpadla [20].....	93
Obr. 35 Topné těleso BGC/45 [21]	94
Obr. 36 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače	96
Obr. 37 Směšovací ventil třícestný IVAR.MIX 3 [23].....	98
Obr. 38 Filtr závitový FIV.08412 IVAR.CS [24]	99
Obr. 39 Výpočet tlakové ztráty podle průtokového součinitele [25]	99
Obr. 40 Nastavení vyvažovacího ventilu na větví č.1 [26].....	100
Obr. 41 Nastavení vyvažovacího ventilu na větví č.2 [26].....	101
Obr. 42 Nastavení vyvažovacího ventilu na větví č.3 [26]	102
Obr. 43 Nastavení vyvažovacího ventilu na větví č.4 [26].....	103
Obr. 44 Vyvažovací ventil STAD [26]	104
Obr. 45 Rozdělovač/ sběrač IVAR. CS 553 VP [27]	105
Obr. 46 Rozdělovač a sběrač pro 1. Větev [27]	106
Obr. 47 Technický nákres a rozměry R+S č.1 [27]	106
Obr. 48 Rozdělovač a sběrač pro 2. Větev [27]	108
Obr. 49 Technický nákres a rozměry R+S č.2 [27]	108
Obr. 50 Rozdělovač a sběrač pro 3. Větev [27]	110
Obr. 51 Technický nákres a rozměry R+S č.3 [27]	110
Obr. 52 Rozdělovač a sběrač pro 4. Větev [27]	112
Obr. 53 Technický nákres a rozměry R+S č.4 [27]	112

Obr. 54 Pracovní bod hlavního oběhového čerpadla Magna3 32-120 [28] ..	114
Obr. 55 Oběhové čerpadlo Magna3 32-120 [28]	115
Obr. 60 Pracovní bod čerpadla Magna3 25-100	115
Obr. 61 Oběhové čerpadlo Magna3 25-100 [28]	115
Obr. 62 Bloková úpravna vody BUVA 150 [29]	116
Obr. 63 Fillcontrol Plus Compact [30]	117
Obr. 64 Tepelná izolace PAROC Hvac Selection AluCoat T [31]	118
Obr. 65 Technický list expanzních nádob REFLEX NG, N [33]	123
Obr. 66 Technický list expanzní nádoby REFLEX S [33]	125
Obr. 67 Technický list oddělovací nádrže od firmy REFLEX [33]	126
Obr. 68 Technické informace k pojišťovacím ventilům Meibes	127