



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VLIV TYPU SOLÁRNÍHO KOLEKTORU NA OHŘEV SOLÁRNÍHO ZÁSOBNÍKU

SOLAR COLLECTOR TYPE INFLUENCE ON THE HEATING SOLAR WATER TANK

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

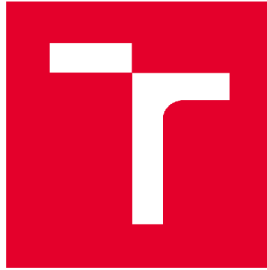
Bc. Marek Čunderlík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Marek Čunderlík
Název	Vliv typu solárního kolektoru na ohřev solárního zásobníku
Vedoucí práce	Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

1. Aktuální právní předpisy ČR
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu
5. Vědecká databáze

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

- Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady
- Cíl práce, zvolené metody řešení
- Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

B. Aplikace tématu na zadané budově

- Návrh technického řešení minimálně jedné varianty v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva.

- Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, prohlášení, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

C. Experimentální řešení a zpracování výsledků

- Měření vlivu typu solárního kolektoru na ohřev teplé vody v zásobníku.
- Zpracování naměřených dat a jejich vyhodnocení.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práca sa v teoretickej časti zaoberá rôznymi druhmi systémov na prípravu teplej vody a bližšie špecifikuje druhy solárnych systémov. Vo výpočtovej časti rieši návrh vykurovania materskej škôlky sústavou vykurovacích telies. Taktiež rieši dve varianty prípravy teplej vody v zásobníku teplej vody. Súčasťou návrhu sú aj všetky zariadenia potrebné na správnu funkciu vykurovacej sústavy. V časti experimentálnej sa venuje porovnaniu plochých a trubicových solárnych kolektorov.

ABSTRACT

The diploma thesis deals in the theoretical part with various types of systems for the preparation of hot water and specifies the types of solar systems. In the calculation part, it solves the design of kindergarten heating by a system of heating elements. It also solves two variants of hot water preparation in the hot water tank. The design also includes all the equipment needed for the proper functioning of the heating system. The experimental part compares flat panel and evacuated tube solar collectors.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Vykurovacia sústava, škôlka, kondenzačný kotol, vykurovacie teleso, solárny panel

KEY WORDS

Heating system, kindergarden, condensing boiler, heating element, solar panel

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Marek Čunderlík *Vliv typu solárního kolektoru na ohřev solárního zásobníku*. Brno, 2021. 121 s., 84 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Karolína Vyhlídalová PhD.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vliv typu solárního kolektoru na ohřev solárního zásobníku* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

Marek Čunderlík
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vliv typu solárního kolektoru na ohřev solárního zásobníku* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

Marek Čunderlík
autor práce

POĎAKOVANIE

Touto formou by som sa veľmi chcel poďakovať vedúcej mojej diplomovej práce Ing. Karolíne Vyhlídalovej, Ph.d. za všetky jej rady a ochotu pomôcť pri vypracovávaní tejto práce. Bez jej pomoci by táto práca možno nikdy nevznikla.

OBSAH

ÚVOD	12
1. TEORETICKÁ ČASŤ – SYSTÉMY PRÍPRAVY TEPLEJ VODY	13
1.1 ZÁKLADNÉ ROZDELENIE SYSTÉMOV PRÍPRAVY TV	13
1.2 POROVNANIE PLOCHÝCH A TRUBICOVÝCH KOLEKTOROV	18
1.2.1 ZÁKLADNÝ POPIS OBOCH VARIANT	18
1.2.2 POROVNANIE EKONOMICKÉ	20
1.2.3 POROVNANIE VÝKONNOSTNÉ	21
1.2.4 POROVNANIE DIZAJNOVÉ	22
1.2.5 POROVNANIE V INŠTALÁCII	24
1.2.6 CELKOVÉ ZHODNOTENIE	25
1.3 TYPY TRUBICOVÝCH KOLEKTOROV	26
1.3.1 PRIAMO PRETEKANÉ VÁKUOVÉ TRUBICOVÉ KOLEKTORY	26
1.3.2 VÁKUOVÉ TRUBICOVÉ KOLEKTORY S TEPELNOU TRUBICOU	26
1.3.3 SOLÁRNE KOLEKTORY S INTEGROVANÝMI NÁDRŽAMI	27
1.4 TYPY PLOCHÝCH KOLEKTOROV	28
1.4.1 PLOCHÉ NEKRYTÉ KOLEKTORY	28
1.4.2 PLOCHÉ NESELEKTÍVNE KOLEKTORY	29
1.4.3 PLOCHÉ SELEKTÍVNE KOLEKTORY	30
1.4.4 PLOCHÉ VÁKUOVÉ KOLEKTORY	31
1.5 SÚSTREĎUJÚCE (KONCENTRAČNÉ) KOLEKTORY	32
2. VÝPOČTOVÁ ČASŤ	34
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	34
2.2 STANOVENIE SÚČINITEĽOV PRESTUPU TEPLA	35
2.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTOK OBÁLKY BUDOVY	40
2.4 VÝPOČET TEPELNÝCH STRÁT OBJEKTU	44
2.5 NÁVRH VYKUROVACÍCH TELIES	45
2.5.1 TABUĽKY VÝKONOV TELIES	45
2.6 NÁVRH ZÁSOBNÍKOV TEPLEJ VODY	46
2.7 NÁVRH SOLÁRNEHO SYSTÉMU	50
2.8 NÁVRH ZDROJOV TEPLA	53

2.9	DIMENZOVANIE A HYDRAULICKÉ POSÚDENIE POTRUBIA	54
2.9.1	DIMENZOVANIE OKRUHU 1. TRIEDY.....	54
2.9.2	DIMENZOVANIE OKRUHU 2. TRIEDY.....	56
2.9.3	DIMENZOVANIE OKRUHU 2.NP A STREDNEJ ČASTI 1.NP	57
2.9.4	DIMENZOVANIE OKRUHU SUTERÉNU	63
2.9.5	DIMENZOVANIE POTRUBIA SOLÁRNEHO SYSTÉMU.....	64
2.10	NÁVRH ČERPADIEL.....	65
2.11	NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZARIADENÍ.....	69
2.11.1	NÁVRH EXPANZNEJ NÁDOBY	69
2.11.2	NÁVRH POISTNÝCH VENTILOV	70
2.12	POTRUBIE	72
2.12.1	NÁVRH KOMPENZÁTOROV	72
2.12.2	NÁVRH IZOLÁCIÍ POTRUBIA	73
2.13	ROZDELOVAČ A ZBERAČ	74
2.14	VETRANIE KOTOLNE	74
2.15	ROČNÁ POTREBA TEPLA	75
2.16	NÁVRATNOSŤ SOLÁRNEHO SYSTÉMU.....	76
2.17	TECHNICKÁ SPRÁVA	77
2.17.1	ÚVOD.....	77
	UMIESTNENIE A POPIS OBJEKTU	77
	PREVÁDZKA BUDOVY	77
2.17.2	PODKLADY POUŽITÉ PRE NÁVRH VYKUROVANIA	77
2.17.3	TEPELNÉ STRATY	78
	KLIMATICKÉ PODMIENKY	78
	TEPLoty V INTERIÉRI.....	78
	TEPELNE-TECHNICKÉ VLASTNOSTI KONŠTRUKCIÍ	79
	TEPELNÉ STRATY BUDOVY.....	79
	ROČNÁ SPOTREBA TEPLA OBJEKTU	79
	POŽADOVANÝ TEPELNÝ VÝKON PRE OBJEKT	80
2.17.4	POPIS VYKUROVACEJ SÚSTAVY	80
	ZDROJE TEPLA A TEPLEJ VODY	80
	ZABEZPEČOVACIE ZARIADENIA	81
	VYKUROVACIE TELESÁ	81
	ROZDELOVAČ A ZBERAČ	81
	VYPÚŠŤANIE A PLNENIE SÚSTAVY.....	81
	ČERPADLÁ	82
2.17.5	MONTÁŽ, UVEDENIE DO PREVÁDZKY A SKÚŠKY SÚSTAVY	82
2.17.6	SPÔSOB OBSLUHY A OVLÁDANIE	82
2.17.7	POŽIADAVKY NA OSTATNÉ PROFESIE	83

STAVEBNÉ PRÁCE	83
ZDRAVOTECHNIKA	83
ELEKTROINŠTALÁCIE.....	83
VZDUCHOTECHNIKA.....	83
PLYNOVODNÉ INŠTALÁCIE	83
2.17.8 BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA A ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA	83
POŽIARNA BEZPEČNOSŤ	83
BEZPEČNOSŤ PRI REALIZÁCII.....	84
BEZPEČNOSŤ PRI PREVÁDZKE	84
3. EXPERIMENTÁLNE RIEŠENIE.....	85
3.1 VSTUPNÉ DÁTA	85
3.1.1 EXTERIÉROVÉ PODMIENKY V DŇOCH MERANIA.....	85
3.1.2 POUŽITÉ ZARIADENIE	87
3.1.2.1 PLOCHÝ KOLEKTOR – SOLÁRNY TERMICKÝ KOLEKTOR KPC 1 BP	87
3.1.2.2 TRUBICOVÝ KOLEKTOR – SOLÁRNY TERMICKÝ KOLEKTOR KTU 10.....	88
3.1.2.3 ZÁSOBNÍK – AKUMULAČNÁ NÁDRŽ REGULUS PSW 200 N	89
3.1.2.4 KVAPALINA – KOLEKTON P SUPER	91
3.2 SPRACOVANIE NAMERANÝCH DÁT.....	92
3.2.1 PRVÝ DEŇ (3.8.2020) – TRUBICOVÝ KOLEKTOR KTU10	92
3.2.2 DRUHÝ DEŇ (4.8.2020) – PLOCHÝ KOLEKTOR KPC 1 BP	95
3.2.3 TRETÍ DEŇ (6.8.2020) – KOLEKTORY PRACUJÚ SPOLOČNE	97
3.2.4 ŠTVRTÝ DEŇ (7.8.2020) - KOLEKTORY PRACUJÚ SPOLOČNE.....	101
3.3 POROVNANIE ROČNÝCH BILANCIÍ PRI VYUŽITÍ NA OBJEKTE ŠKÔLKY	106
3.3.1 ROČNÁ BILACIA PLOCHÉHO KOLEKTORU KPC 1 BP	106
3.3.2 ROČNÁ BILANCIA TRUBICOVÉHO KOLEKTORU KTU10	109
3.4 VÝSLEDNÉ ZHODNOTENIE.....	111
ZÁVER	112
POUŽITÉ ZDROJE.....	113
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	117
ZOZNAM OBRÁZKOV	120
ZOZNAM PRÍLOH	122
3.5 PRÍLOHY	122
3.6 VÝKRESY	122

ÚVOD

Cieľom mojej diplomovej práce je navrhnúť vykurovanie materskej škôlky v Brne. Práca je rozdelená na tri základné časti.

Prvou časťou je teória, ktorá sa zaoberá rozličnými druhmi systémov na prípravu teplej vody. V neskoršej časti sa venuje špecifickému deleniu a porovnaniu rôznych druhov solárnych panelov pri použití na ohrev teplej vody.

Druhá časť tejto práce je výpočtová. Rieši návrh systému vykurovania danej budovy. Súčasťou je skladba konštrukcií a výpočet strát budovy podľa ktorých sú navrhnuté vykurovacie telesá a zdroje tepla. Potrubie slúžiace na zapojenie vykurovacích telies je nadimenzované a hydraulicky vyvážené. Navrhnuté sú aj zariadenia potrebné na chod vykurovacieho systému ako čerpadlá na vykurovacích okruhoch, zabezpečovacie zariadenia, rozdeľovač. Taktiež výpočet obsahuje dve varianty návrhu prípravy teplej vody, pričom jedna z variant obsahuje podporu solárneho systému a pri druhej variante zabezpečuje ohrev TV iba plynový kotol. Táto časť obsahuje aj projektovú dokumentáciu, technickú správu a výkresy potrebné k realizácii projektu.

Tretou časťou je časť experimentálna. Tu využívame solárnych kolektorov nachádzajúcich sa na budove školy a zásobníku teplej vody v budove E na získanie dát pomocou programu. Dáta budú následne porovnávané v grafoch. Následne sú špecifiká kolektorov využité pri teoretickom výpočte ročných bilancií pri použití na objekte materskej škôlky.

1. TEORETICKÁ ČASŤ – SYSTÉMY PRÍPRAVY TEPLEJ VODY

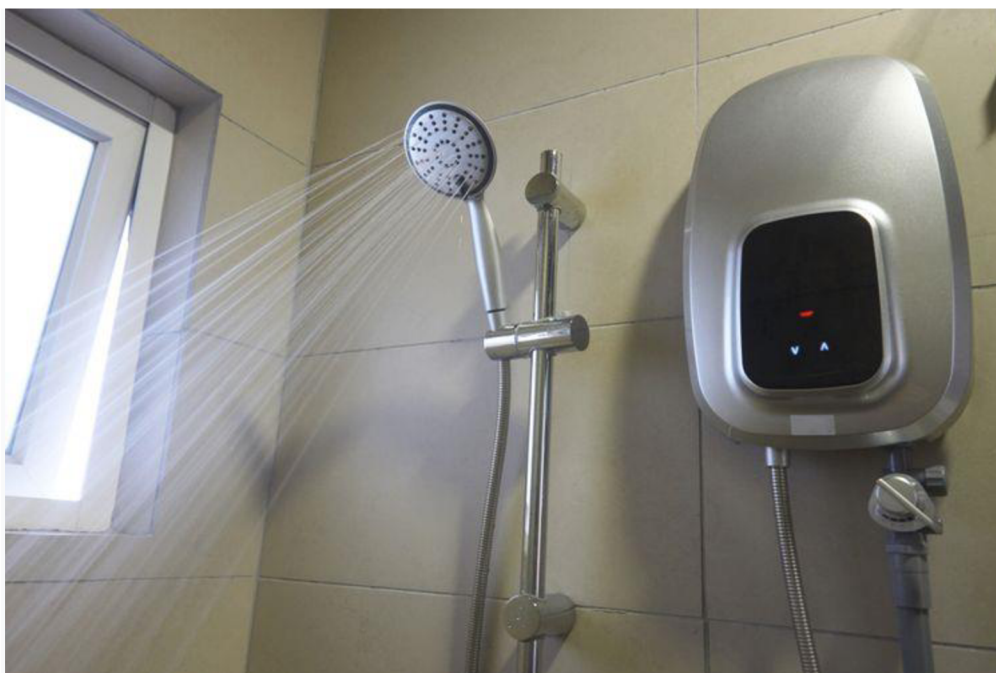
1.1 Základné rozdelenie systémov prípravy TV

V dnešnej dobe sú používané na ohrev teplej vody rôzne varianty ako elektrický ohrievač vody, ohrievač vody s nepriamym ohrevom, ktorý obsahuje výmenník napojený na vykurovací systém, kombinovaný ohrievač vody obsahujúci elektrické teleso a výmenník s možnosťou napojenia napríklad na plynový kotol, rôzne druhy tepelných čerpadiel využívajúc vždy kombináciu dvoch elementov napríklad tepelné čerpadlo zem-voda, ďalším typom prípravy TV je solárny ohrievač vody vybavený výmenníkom tepla napojeným na solárny systém a elektrickým ohrievačom na doohrev pomocou elektrickej energie, prípadne obsahujúci druhý výmenník s možnosťou napojenia na iný zdroj tepla kvôli nutnosti doohrevu.

Všetky možnosti môžu byť stále pomerne dobrou voľbou, univerzálna odpoveď na otázku, aký typ ohrevu zvoliť, teda neexistuje. Záleží hlavne na type a veľkosti objektu v ktorom teplú vodu budeme pripravovať, jej potrebný objem na pokrytie spotreby a je potrebné zohľadniť aj želania investora.

Napríklad varianta priameho elektrického ohrevu má asi najnižšie vstupné náklady no keď vezmeme v úvahu prevádzkové náklady môže byť tento ohrev dvoj- až štvornásobne drahší v porovnaní napríklad s ohrevom pomocou plynového spotrebiča. Preto je toto riešenie použiteľné hlavne tam kde vieme, že spotreba teplej vody je minimálna a tak by prevádzkové náklady neboli také markantné.[1]

Pri príprave teplej vody v byte je využiteľný prietokový ohrievač no má veľa nevýhod ako nestabilná teplota vody pretože je ohrievaná nárazovo veľkým množstvom tepla takisto ako vysoká okamžitá spotreba energie.



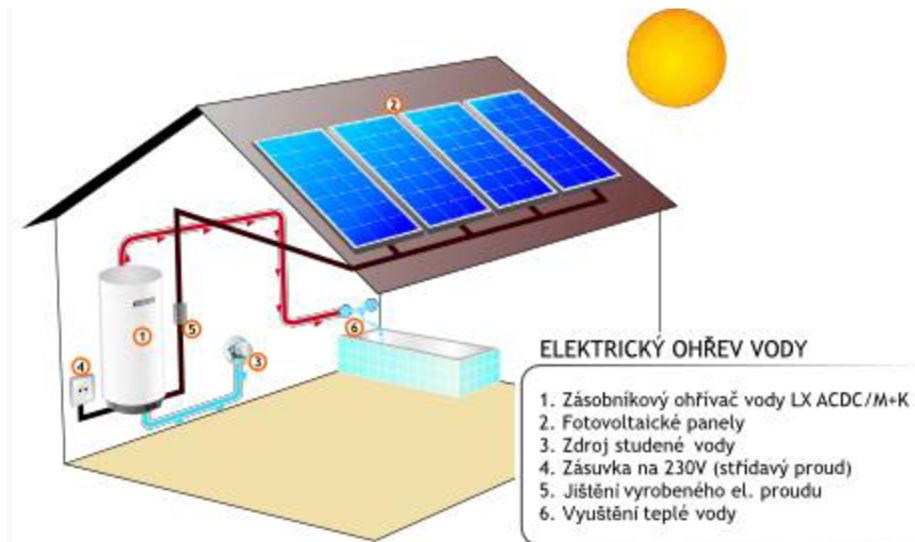
Obrázok 1. 1 – Elektrický prietokový ohrievač [2]

Preto je pravdepodobne lepšou možnosťou priameho elektrického ohrevu elektrický bojler, ktorý je síce drahší no zaručí stabilnú výstupnú teplotu vody, dokáže taktiež vďaka izolácii udržať vodu dlhšie teplú a podľa objemu môže poskytnúť teplú vodu aj na niekoľko hodín (aj pri výpadku elektrickej energie, čoho prietokový ohrievač nie je schopný). Zásadnou nevýhodou bojlera je ale skutočnosť, že ohrev prebieha pomaly a preto ak sa minie na ďalšiu si je potrebné počkať. Na trhu je aj veľký výber bojlerov plynových, tie ale samozrejme vyžadujú zvlášť plynovú prípojku.



Obrázok 1. 2 – Elektrický bojler [2]

Využitelný a cenovo dostupnejší môže byť priamy ohrev vtedy, ak máme nainštalovaný fotovoltaický systém no ani vtedy nemôžeme očakávať že sa zaobídeme bez dodávateľov energií kvôli našej zemepisnej šírke budeme mať v letnom období prebytky energie (s možnosťou odvodu energie do verejnej siete za odkupnú cenu), zatiaľ čo v zimnom období bude elektrickej energie zo slnka nedostatok a bude potrebné odoberať od dodávateľov.



Obrázok 1. 3 – Schéma priameho ohrevu s fotovoltaickým systémom[3]

Pri variante ohrievača s nepriamym ohrevom ohrievač v sebe obsahuje výmenník prípadne aj viacero výmenníkov, ktoré sa napájajú na iný zdroj tepla. Ohrev len pomocou plynového kotla prípadne iného systému vykurovania ide posledné roky do ústrania, ľudia volia rôzne kombinácie zdrojov aby vzniklo ekonomické, ekologické a efektívne riešenie. Medzi najekonomickejšie a najefektívnejšie zdroje na ohrev teplej vody aktuálne patria tepelné čerpadlá a solárne systémy. Pri oboch z týchto variant je ale potrebné počítať s vyššou prvotnou investíciou do systému no vďaka neustálemu vývoju týchto systémov a kvôli neustále stúpajúcim cenám energií ako je hlavne elektrina a plyn sme sa dostali do bodu kedy sa to viac ako oplatí.

„Najskôr sa na našom území najčastejšie používalo tepelné čerpadlo typu zem-voda, ktoré odoberajú teplo zo zeme. To so sebou prinášalo náročné a nákladné vrty. Pri už stojacom objekte ťažko realizovateľné. Technika sa ale vyvíja a zlepšuje. A to platí pre čerpadlá zem-voda aj vzduch-voda. Čerpadlá vzduch-voda dnes majú lepší topný faktor, pracujú efektívnejšie, aj pri nízkych teplotách. Ich inštalácia je veľmi jednoduchá aj pre už stojaci dom. V celej Európe sa každý rok počet novo inštalovaných čerpadiel už niekoľko rokov zvyšuje a to prinieslo zníženie cien kvalitných tepelných čerpadiel na trhu“ [4]



Obrázok 1. 4 – Príklad tepelného čerpadla vzduch-voda [5]

Tepelné čerpadlá sú však podstatne závislejšie na elektrickej energii ako solárne systémy, ktoré sporebúvajú elektrickú energiu iba na chod čerpadla a to má oveľa menší energetický príkon ako celok tepelného čerpadla. Dnes už je v ideálnom prípade možné navrhnuť solárny systém s návratnosťou aj do 5 rokov. Reálne sa však návratnosť pohybuje medzi 5-13 rokmi, čo ale vôbec nie je zlé. Životnosť dnešných kvalitne navrhnutých a inštalovaných solárnych systémov sa totiž pohybuje v rozmedzí 25 až 30 rokov. [6] V prípade použitia solárneho systému je kvôli ročným obdobiam potrebný aj iný záložný zdroj tepla na ohrev teplej vody hlavne v zimných mesiacoch napríklad pomocou kondenzačného kotla (potrebné vlastniť zásobník na teplú vodu s dvomi integrovanými výmenníkmi), prípadne použitie zásobníka s jedným integrovaným výmenníkom a integrovaným elektrickým ohrevom (v tomto prípade ale riskujeme zbytočnú spotrebu elektrickej energie). Vďaka solárnemu systému sme ale schopní efektívne pokryť 50-70% ročnej potreby teplej vody a tým znížiť spotrebu elektrickej energie a plynu.



Obrázok 1. 5 – Príklad solárneho systému [7]

Solárny vykurovací systém môžeme uložiť na šikmú strechu, plochú strechu, na fasádu a dokonca aj na okolitý pozemok. Jeho úlohou potom je jednoducho absorbovať teplo a odovzdávať ho tam, kde je to potrebné. Pre efektívne fungovanie tohto systému je potrebné aby dané kolektory absorbovali a zadržovali čo najväčšie množstvo slnečného žiarenia počas celej doby funkčnosti. Dlhodobým testovaním sa vyvinuli dve primárne technológie, ktoré dosahujú najlepších výsledkov. Odvtedy prebiehajú neustále nekonečné debaty o tom, ktorá z týchto dvoch variant technológie solárneho kolektoru sa považuje za lepšiu voľbu. Prvou technológiou sú solárne ploché panely a druhou sú solárne vákuové trubice.

1.2 Porovnanie plochých a trubicových kolektorov

1.2.1 Základný popis oboch variant

Prvou z týchto dvoch variant na trhu boli ploché solárne panely ktoré sa objavili a začali používať už na začiatku 20. rokov 20. storočia. Ich technológia je veľmi dobre známa a je jednou z najviac testovaných technológií. Ich skladba je pomerne jednoduchá. Absorbér (obvykle

lakovaný kov, napríklad meď), ktorý je pripevnený k medeným rúrkam. Cez tie potom prechádza teplotná kvapalina alebo voda. Celé je to potom uzavreté kovovým rámom a obalené hrubou izoláciou. Tá pomáha so zadržiavaním nahromadeného tepla. Taktiež je panel chránený sklenenou tabuľou, ktorá taktiež poskytuje izoláciu vzdušným priestorom.



Obrázok 1. 6 – Rez plochým solárnym kolektorom [8]

Druhou variantou na trhu bol kolektor so solárnymi trubicami. Ich technológia sa začala používať približne v 70. rokoch 20. storočia. Spomedzi rôznych druhov trubíc sú najbežnejšie používané práve tepelné trubice (angl. heatpipe), ktoré sú obklopené sklenenou trubicou vnútri ktorej sa nachádza vysoké vákuum. V skutočnosti táto sklenená trubica funguje ako termo fľaša. Skladá sa z dvoch stien zo skla medzi ktorými sa odstráni všetok vzduch a to vedie k podtlaku. Tým vzniká vákuum, ktoré je výbornou izoláciou pre potrebu zadržiavania tepla (oveľa lepšou ako vzdušný priestor).

Tepelná trubica je tiež natlakovaná, čo umožňuje, aby kvapalina (zvyčajne voda) veľmi rýchlo varila pri veľmi nízkej teplote (zvyčajne medzi 24 ° C a 27 ° C). Keď voda vrie, prenáša nahromadené teplo do hornej

časti kolektora, kde sa potom teplo zhromažďuje vo vode alebo teplonosnej kvapaline, ktorá prúdi okolo hornej časti tepelnej trubice, a potom sa prenáša do akumuláčnej nádrže alebo na iné miesto vo vykurovacom systéme.



Obrázok 1. 7 – Rez trubicovým kolektorom typu heatpipe[8]

1.2.2 Porovnanie ekonomické

Obvykle je cena pre investora primárnym hľadiskom. Podľa typu a výrobcu kolektorov sa ceny plochých kolektorov pohybujú na asi 60 až 80% ceny kolektorov trubicových. Je však potrebné brať do úvahy aj iné náklady, napríklad na celoročný výkon ale taktiež aj chladiacu kapacitu BTU, na ktorú majú v chladnom podnebí vákuové trubicové kolektory nižšie náklady.

Ďalšou ekonomickou položkou sú náklady na prepravu, ktoré môžu byť vyššie pri plochých paneloch, hlavne pri dovoze väčšieho systému. Vákuové trubice sú totiž narozdiel od plochých kolektorov modulárne (zostaviteľné z častí) a teda je možné ich prepravovať po častiach a aj vertikálne. Tým sa dá maximalizovať priestor na palete. Trubicový kolektor

má taktiež výhodu v inštalácii, môže ho inštalovať jedna osoba, zatiaľ čo na inštaláciu plochého kolektora je potreba dvoch až troch ľudí.



Obrázok 1. 8 - Vymeniteľná trubica vákuového kolektora [9]

Tretím dôležitým ekonomickým aspektom je poloha. Podľa polohy je možná rozdielna potreba počtu kusov daného typu kolektorov na ohrev rovnakého objemu vody. V chladnom podnebí je možná potreba dvoch až troch plochých kolektorov na výrobu rovnakého množstva teplej vody ako pri použití jedného vákuového trubicového kolektora. V teplotách pod 10 °C ploché kolektory vyrábajú malé alebo žiadne teplo.

1.2.3 Porovnanie výkonnostné

Ploché panelové systémy fungujú o niečo horšie v oblačných a chladnejších podmienkach čo je spôsobené vákuom v sklenených trubicach, ktoré trubicovým kolektorom umožňuje zadržiavať vysoké percento zhromaždeného tepla. V mrazivých podmienkach nebudú ploché panely fungovať takmer vôbec.

Na druhej strane v regiónoch v ktorých sa môže vyskytovať silnejšie sneženie, kvôli nízkym stratám tepla práve vďaka vákuu nebudú trubice odvádzať z kolektora také objemy tepla aby roztopili sneh a silný mráz tak rýchlo ako ploché panelové kolektory. Vákuové trubicové kolektory v chladnom podnebí môžeme inštalovať pod vyšším uhlom, aby lepšie smerovali na slnko, čo spolu s medzerami medzi trubicami prispeje k lepšiemu skĺzavaniu snehu z kolektorov. Plochý kolektor bude zase zhromažďovať určité teplo produkované slnečným žiarením odrazené od snehu a ľadu, čím bude stúpať nad bod mrazu, a preto je schopný topiť sneh aj ľad oveľa rýchlejšie ako trubicový kolektor, aj keď nemusí byť schopný v týchto podmienkach produkovať horúcu vodu.

Ploché panelové kolektory využívajú na zachytenie slnečných lúčov až 90% svojej plochy oproti trubicovým kolektorom, ktoré využívajú len zhruba 50% svojej plochy. V letných podmienkach vďaka svojej väčšej absorpčnej ploche dosahujú ploché panelové kolektory lepšie tepelné zisky ako kolektory trubicové.[10]

Pre prevádzky ktoré potrebujú skutočne horúcu vodu, napríklad práčovne, auto umyvárne, výrobné procesy atď., nezabudnúť, že ploché panelové kolektory nebudú spoľahlivo pracovať pri teplotách nad 50 - 60 ° C. Vákuové trubicové kolektory môžu produkovať horúcu vodu až do 90 ° C.[11]

1.2.4 Porovnanie dizajnové

Kvôli konštrukcii plochých panelov, ktorá je obvykle s neuteseným krytom, môžu byť tieto panely náchylné na kondenzáciu a neskôr na nich môže vzniknúť korózia. To je ale hlavne kozmetický pokles pre systém no na skutočný výkon plochého panelu to reálne nemá skoro žiadny vplyv.

Ak sa poškodí plochý kolektor, môže naďalej fungovať ale občas môže byť potrebná oprava. Môže sa však stať že bude potrebná výmena celého plochého panelu.



Obrázok 1. 9 – Poškodený panel vplyvom nekvalitnej inštalácie/spracovania[12]

Vákuové trubice sú naopak utesnené vákuom. To im dáva kvalitné vlastnosti čo sa týka zadržiavania tepla. Toto vákuum sa ale z dôvodu absencie dokonalých spojov a utesnení môže po niekoľkých rokoch začať vytrácať a tým trubice prichádzajú o dobré izolačné schopnosti. Bez tohto vákuua si trubicový kolektor vedie veľmi zle. Je však často možná výmena vákuovej trubice.



Obrázok 1. 10 – Poškodená trubica vplyvom krupobitia [13]

1.2.5 Porovnanie v inštalácii

Vďaka kruhovej konštrukcii trubicových vákuových kolektorov, ktorá umožňuje slnečným lúčom prechádzať trubicami v optimálnom uhle počas celého dňa, sú tieto trubice menej citlivé na uhol a orientáciu slnka ako ploché kolektory.

Ploché kolektory sú citlivejšie na slnečný uhol a na maximalizáciu ich produkcie môžu vyžadovať použitie regálových systémov alebo iných výšok.



Obrázok 1. 11 - Nastaviteľný regálový systém [14]

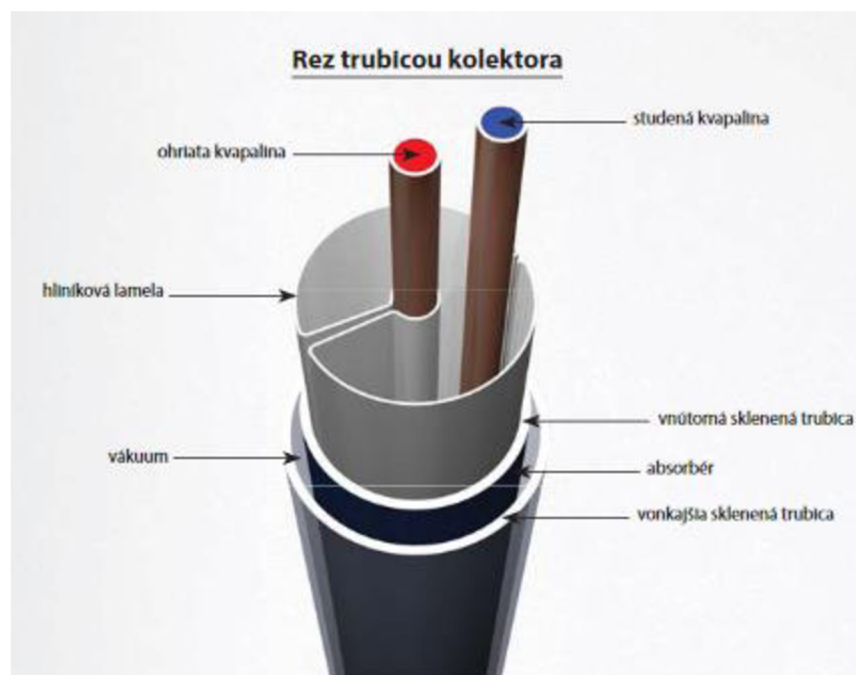
1.2.6 Celkové zhodnotenie

Všeobecne môžeme tvrdiť, že ploché kolektory sú vhodnejšou voľbou na prevádzku v letných mesiacoch ale čiastočne aj v zime, hlavne teda v teplejšom podnebí. Vákuové trubicové kolektory sú vhodnejšie v chladnejšom podnebí hlavne v studených jarných a jesenných mesiacoch, kde teploty klesajú pod 10 °C. Vždy ale záleží ako na lokalite tak aj na spôsobe využitia daného typu kolektora.

1.3 Typy trubicových kolektorov

1.3.1 Priamo pretekané vákuové trubicové kolektory

Priamo pretekaný vákuový trubicový kolektor je tvorený dvomi súosovými rúrkami medzi ktorými je vákuum. Rúrky sa nachádzajú vo vnútri trubice. Jedno potrubie je pre vstupnú studenú kvapalinu a druhé pre výstupnú zahriatu kvapalinu. Konce rúrok sú do seba zatavené, vákuum je teda garantované po dlhý čas. Pretože tekutina prúdi do a z každej trubice, rúrky sa nedajú ľahko vymeniť.

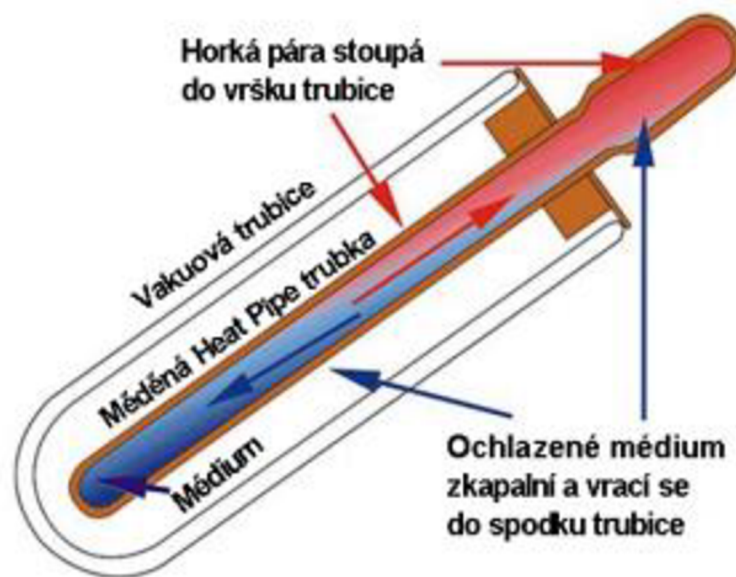


Obrázok 1. 12 – Rez priamo pretekaným trubicovým kolektorom [15]

1.3.2 Vákuové trubicové kolektory s tepelnou trubicou

Vákuové trubicové kolektory s tepelnou trubicou (angl. heatpipe) obsahujú medenú tepelnú trubku, ktorá je pripevnená k doske absorbéra vo vnútri vákuovo uzavretej solárnej trubice. Tepelná trubica je dutá a vo vnútri je taktiež vákuum. Vo vnútri tepelnej trubice je malé množstvo kvapaliny, napríklad alkoholu alebo čistej vody so špeciálnymi prísadami. Vákuum umožňuje, aby sa kvapalina varila pri nižších teplotách, ako by to

bolo pri normálnom atmosférickom tlaku. Keď slnečné svetlo dopadne na povrch absorbéra, kvapalina v tepelnej trubici sa rýchlo zmení na horúcu paru a stúpa k hornej časti potrubia. Voda alebo glykol preteká cez rozdeľovač a zachytáva teplo. Kvapalina v tepelnej trubici kondenzuje a prúdi späť dolu cez trubicu. Tento proces pokračuje, pokiaľ svieti slnko. Pretože medzi absorbérom a zberným potrubím existuje „suché“ spojenie, je inštalácia oveľa jednoduchšia ako pri kolektoroch s priamym prietokom. Jednotlivé trubice je možné vymeniť aj bez vyprázdnenia celého systému od tekutiny. Ak by sa jedna trubica rozbila, má to malý vplyv na celý systém. Kolektory tepelnej trubice musia byť namontované s minimálnym uhlom sklonu asi 25 °, aby sa vnútorná tekutina tepelnej rúrky mohla vrátiť späť do horúceho absorbéra.



Obrázok 1. 13 – Schéma trubice typu Heatpipe[16]

1.3.3 Solárne kolektory s integrovanými nádržami

Pre podnebie pri ktorom je nepravedpodobný pokles teplôt v exteriéri pod bod mrazu, existuje množstvo solárnych systémov s vákuovými trubicami ktoré obsahujú aj integrovaný zásobník v hornej časti kolektora. Tento systém má oproti klasickému systému mnoho výhod. Pri

systémoch so samostatne stojacim zásobníkom je potrebná prevádzka čerpadiel, expanzných nádrží, regulačných sústav a podobne. Vďaka integrovanému zásobníku sa cena solárneho systému dokáže výrazne znížiť.

Prietok vody je v tomto systéme, vďaka zásobníku ako súčasti konštrukcie kolektora, riadený pomocou štandardného tlaku vody v objekte. Použitím tohto systému nielenže klesá celková cena ale sa aj minimalizuje počet poruchových miest a aj celková zložitosť prevádzky systému.[17]



Obrázok 1. 14 – Trubicový kolektor s integrovaným zásobníkom [18]

1.4 Typy plochých kolektorov

1.4.1 Ploché nekryté kolektory

Ploché nekryté kolektory najčastejšie obsahujú plastovú rohož fungujúcu ako absorbér. Používajú sa najmä na sezónny ohrev vody v bazéne, pretože nezaručujú veľký nárast teploty. Keďže neobsahujú zasklenie, tak je ich účinnosť veľmi závislá na vonkajších podmienkach ako je teplota vonkajšieho vzduchu a hlavne prúdenie vetra.



Obrázok 1. 15 – Plochý nekrytý kolektor [19]

1.4.2 Ploché neselektívne kolektory

Ploché neselektívne kolektory s jednoduchým zasklením sú najvýhodnejšie hlavne v krajinách s intenzívnym slnečným žiarením. Obsahujú kovový absorbér so spektrálne neselektívnym povlakom. Čím je nižšia teplota vzduchu v exteriéri tým rýchlejšie sa znižuje účinnosť týchto kolektorov. Preto sú v našich klimatických podmienkach použiteľné najmä na sezónny predohrev vody v bazénoch v letnom období. Tento typ kolektorov sa v našich končinách na trhu moc nevyskytuje.



Obrázok 1. 16 – Plochý neselektívny kolektor [20]

1.4.3 Ploché selektívne kolektory

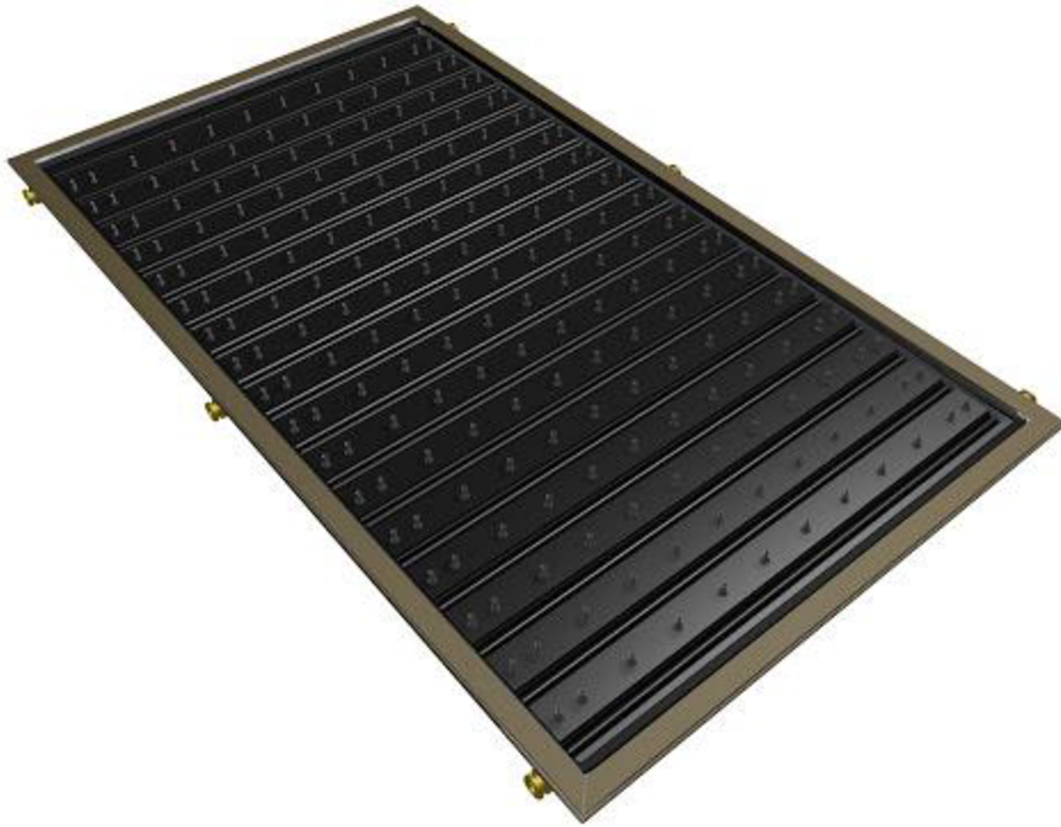
Ploché selektívne kolektory s jednoduchým zasklením sú, na rozdiel od neselektívnych, na našom trhu zastúpené vo veľkom. Skladá sa z kovového absorbéru so spektrálne selektívnym povlakom a tepelnej izolácie nachádzajúcej sa po bokoch a na zadnej strane kolektorovej skrine. Vďaka jeho nízkym stratám sálaním je veľmi dobre využiteľný aj v týchto klimatických podmienkach na ohrev vody ale aj vykurovanie počas celého roka. Ročný energetický zisk v solárnych systémoch tohto typu sa pohybuje okolo 500 kWh/m². [21]



Obrázok 1. 17 – Plochý selektívny kolektor [22]

1.4.4 Ploché vákuové kolektory

Plochý vákuový kolektor je kombináciou kvalít klasických plochých kolektorov a vákua fungujúceho ako tepelná izolácia. Jeho skladba obsahuje kovový absorbér so spektrálne selektívnym povlakom a taktiež tepelnej izolácie. Vo vnútri je ale vytvorený tlak nižší ako atmosférický (vákuum) a tým zaisťuje ešte nižšie celkové tepelné straty ako ploché selektívne kolektory. Je vhodný napríklad na celoročný ohrev vody v interiérových bazénoch ale aj na celoročnú prípravu teplej vody a na vykurovanie. Využitelný je aj v extrémnych podmienkach kde sa môže pohybovať prevádzková teplota aj okolo 100 °C.



Obrázok 1. 18 – Plochý vákuový kolektor [23]

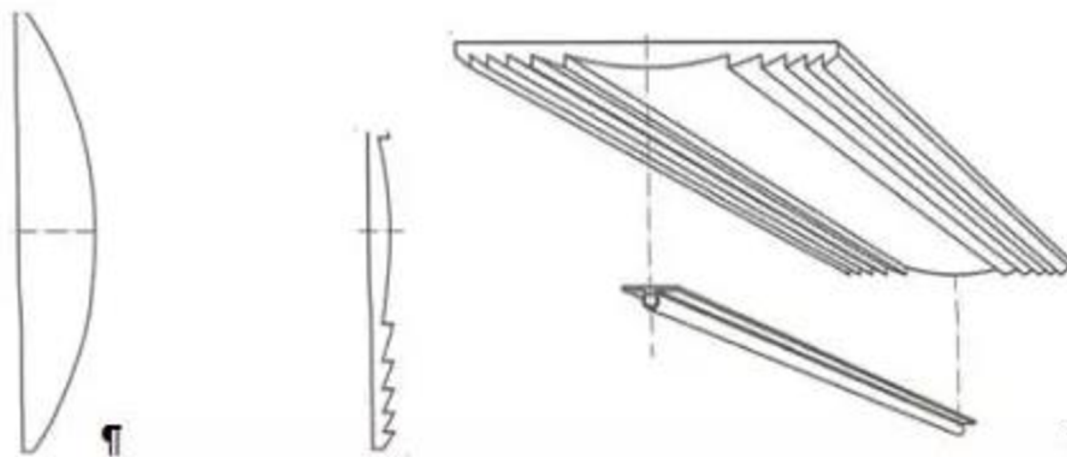
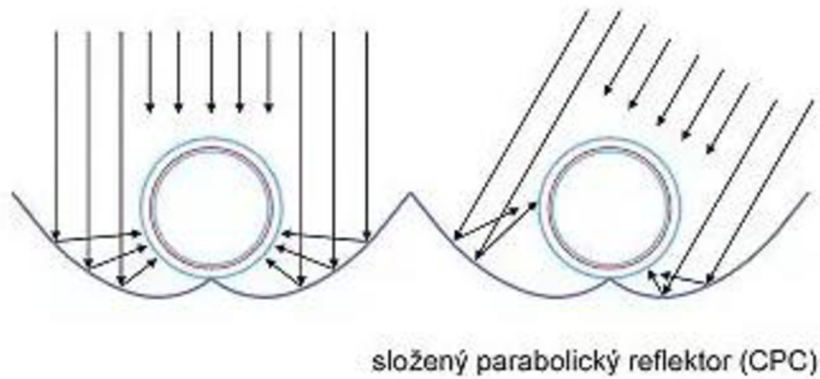
1.5 Sústreďujúce (koncentračné) kolektory

Posledným typom solárnych kolektorov (využiteľným pri trubicových aj plochých kolektoroch) sú koncentračné kolektory.

Sústreďujúce alebo koncentračné kolektory obsahujú zrkadlá (reflektory), čočky (refraktory) alebo aj iné optické prvky, ktoré sa starajú o nasmerovanie slnečného žiarenia prechádzajúceho apertúrou daného kolektoru, do ohniska absorbéru, ktorého plocha je výrazne menšia než plocha apertúry.

Ploché kolektory alebo kolektory s vakuovanými Sydney trubkami, ktoré sú vybavené reflektormi môžeme taktiež považovať za sústreďujúce (koncentračné) kolektory.

Základnou podmienkou správneho a účinného fungovania koncentračných kolektorov je dostatočná energia z priameho slnečného žiarenia počas roku.



Obrázok 1. 19 - Použitie reflektorov pre zväčšenie plochy (hore), použitie Fresnelovej lineárnej čočky (dole) [24]

Na trhu ČR sa najčastejšie stretávame s nekrytými (bazénovými) absorbérmi. Ďalej s plochými atmosférickými selektívnymi kolektormi a trubicovými vákuovými kolektormi. Kolektory koncentračné a ploché atmosférické neselektívne kolektory sa na tomto trhu vyskytujú málo.[25]

2 VÝPOČTOVÁ ČASŤ

2.1 Analýza objektu

Objektom diplomovej práce je materská škôlka v Brne. Budova má pôdorys v tvare písmena L. Objekt má dve nadzemné podlažia a čiastočne podpivničený suterén. Suterén tvoria priestory primárne pre zamestnancov ako je práčovňa, sklady, technická miestnosť, strojovňa VZT a podobne. Kvôli miestnosti dielňa je však priestor prístupný aj deťom. Na prvom nadzemnom podlaží sa na severnej strane objektu nachádza hlavný vstup do budovy. Zo zádveria sa následne dostaneme na hlavnú halu so schodiskom, z ktorého sa po ľavej strane vieme dostať do chodby vedúcej k prvej triede. Táto chodba sa ale napája aj na zázemie zamestnancov kuchyne. Taktiež sa vieme z hlavnej haly dostať aj priamo do časti druhej triedy, vstup sa nachádza priamo oproti hlavnému vstupu do objektu. Schodisko prepája všetky podlažia ale taktiež je k dispozícii výťah. Na druhom nadzemnom podlaží sa nachádza riaditeľna s kanceláriou, toaleta pre imobilných, veľká spoločenská miestnosť a veľká viacúčelová trieda. Nechýbajú ani hygienické zariadenia pre deti aj pre dospelých. Objekt je navrhnutý pre 40 detí a 13 dospelých osôb.

Z konštrukčného hľadiska obvodové steny objektu tvoria vápeno-pieskové tvárnice s tepelnou izoláciou tvorenou fasádnyimi doskami z EPS. Stropy objektu sú tvorené predpätými dutinovými panelmi SPIROLL. Zastrešenie objektu tvorí plochá strecha.

Zdrojom vykurovacieho tepla bude závesný kondenzačný kotol v prevedení C. Vykurovacia sústava bude tvorená doskovými vykurovacími telesami typu VKU. Teplotný spád sústavy bude 60/45°C. Návrh prípravy teplej vody bude riešený v dvoch variantách, pričom v prvej variante bude navrhnutý hlavný zdroj tepla pre 2 bivalentné zásobníky solárny systém, so záložným zdrojom – druhým závesným kondenzačným kotlom. V druhej variante bude príprava TV riešená v jednom zásobníku len pomocou kondenzačného kotla. Primárne bude vetranie objektu riešené ako prirodzené. Vo veľkých miestnostiach bude potrebné nútené vetranie kvôli

veľkým objemom a vysokým návrhovým teplotám interiéru. Toto nútené vetranie však nie je súčasťou tejto práce.

2.2 Stanovenie súčiniteľov prestupu tepla

Výpočet súčiniteľov prestupu tepla jednotlivých konštrukcií bol prevedený pomocou programu MS Excel pre všetky konštrukcie.

obvodová stena S1				
názov vrstvy	materiál	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
povrchová úprava	jednovrstvá vápennopiesková omietka	0,01	0,48	0,021
obvodové murivo	vonkajšie tvárnice SILKA S20-2000	0,24	0,825	0,291
upevnenie	lepiaca malta na bázi cementu	0,005	0,8	0,006
tepelná izolácia	stabilizované fasádne dosky EPS	0,18	0,042	4,286
dodatočné upevnenie	hmoždenka s kovovým hrotom	-	-	-
základná vrstva	stierková malta na bázi cementu	0,005	0,8	0,006
armovacia vrstva	sklenená sieťovina	-	-	-
povrchová úprava	fasádna minerálna omietka	0,003	0,7	0,004
			Rse=	0,040
			Rsi=	0,130
			RT=	4,784
			U=	0,21
≤			UN,20=	0,3

obvodová stena - suterén S2				
názov vrstvy	materiál	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
povrchová úprava	jednovrstvá vápennopiesková omietka	0,01	0,48	0,021
obvodové murivo	vonkajšie tvárnice SILKA S20-2000	0,24	0,825	0,291
upevnenie	lepiaca malta na bázi cementu	0,005	0,8	0,006
tepelná izolácia	izolačné dosky z XPS so štruktúrovaným povrchom	0,18	0,041	4,390
			Rse=	0,000
			Rsi=	0,130
			RT=	4,838
			U=	0,21
≤			UN,20=	0,3

vnútorná stena nosná S3				
názov vrstvy	materiál	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
vnútorné murivo	vnútorné tvárnice SILKA S20-2000	0,24	0,825	0,291
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
			Rse=	0,130
			Rsi=	0,130
			RT=	0,560
			U=	1,78
≤			UN,20=	2,7

vnútorná stena nosná do kúpeľne S4				
názov vrstvy	materiál	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
vnútorné murivo	vnútorné tvárnice SILKA S20-2000	0,24	0,825	0,291
podkladné nátery	weber podklad A	-	-	-
povrchová úprava	weber min	0,003	0,47	0,006
hydroizolácia	náterový HI systém, vr. penetrácie	0,002	-	-
upevnenie	flexibilná lepiaca stierka	0,003	-	-
povrchová úprava	keramický obklad	0,007	-	-
			R _{si} =	0,130
			R _{si} =	0,130
			RT=	0,562
			U=	1,78
			≤	UN,20= 2,7

vnútorná stena nenosná S5				
názov vrstvy	materiál	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
deliaca priečka	vnútorné tvárnice SILKA S20-2000	0,15	0,825	0,182
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
			R _{se} =	0,130
			R _{si} =	0,130
			RT=	0,451
			U=	2,22
			≤	UN,20= 2,7

vnútorná stena nenosná do kúpeľne S6				
názov vrstvy	materiál	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
deliaca priečka	vnútorné tvárnice SILKA S20-2000	0,15	0,825	0,182
podkladné nátery	weber podklad A	-	-	-
povrchová úprava	weber min	0,003	0,47	0,006
hydroizolácia	náterový HI systém, vr. penetrácie	0,002	-	-
upevnenie	flexibilná lepiaca stierka	0,003	-	-
povrchová úprava	keramický obklad	0,007	-	-
			R _{si} =	0,130
			R _{si} =	0,130
			RT=	0,453
			U=	2,21
			≤	UN,20= 2,7

vnútorná stena nenosná na styku s temperovaným priestorom S7				
názov vrstvy	materiál	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
deliaca priečka	vnútorné tvárnice KLASIK P2-500	0,15	0,137	1,095
povrchová úprava	jednovrstvá sádrová omietka	0,005	1,05	0,005
			R _{se} =	0,130
			R _{si} =	0,130
			RT=	1,364
			U=	0,73
			≤	UN,20= 0,75

podlaha na teréne P1	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
keramická dlažba 600x600x10 mm	0,010	1,01	0,010
lepiaci tmel na bázi cementu	0,006	0,6	0,010
samonivelačná liata anhydritová zmes	0,060	1,2	0,050
plastová fólia ľahka, bez výztuže	0,0002	-	-
dosky EPS SD 150 s uzavretou štruktúrou	0,120	0,038	3,158
SBS modifikovaný asf. pás so sklenenou tkaninou	0,004	0,21	0,019
		Rse=	0
		Rsi=	0,17
		RT=	3,417
		U=	0,29
	≤	UN,20=	0,45

podlaha na teréne+hydroizolace P2	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
keramická dlažba 600x600x10 mm	0,010	1,01	0,010
lepiaci tmel na bázi cementu	0,006	0,6	0,010
jednosložková silikátová disperzná hydroizolačná hmota	0,0002	-	-
samonivelačná liata anhydritová zmes	0,058	1,2	0,048
plastová fólia ľahka, bez výztuže	0,0002	-	-
dosky EPS SD 150 s uzavretou štruktúrou	0,120	0,038	3,158
SBS modifikovaný asf. pás so sklenenou tkaninou	0,004	0,21	0,019
		Rse=	0
		Rsi=	0,17
		RT=	3,415
		U=	0,29
	≤	UN,20=	0,45

podlaha na teréne P3	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
korkové dlaždice k lepeniu	0,006	0,065	0,092
lepidlo na korkové podlahy	0,002	-	-
samonivelačná liata anhydritová zmes	0,068	1,2	0,057
plastová fólia ľahka, bez výztuže	0,0002	-	-
dosky EPS SD 150 s uzavretou štruktúrou	0,120	0,038	3,158
SBS modifikovaný asf. pás so sklenenou tkaninou	0,004	0,21	0,019
		Rse=	0
		Rsi=	0,17
		RT=	3,496
		U=	0,29
	≤	UN,20=	0,45

extenzívna plochá strecha Str1	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
predpäť dutinový panel SPIROLL	0,250	1,2	0,208
SBS modifikovaný asf. pás s hliníkovou vložkou	0,004	0,21	0,017
dosky zo stabilizovaného polystyrénu EPS 100S	0,200	0,04	5,000
spádové klíny zo stabilizovaného polystyrénu EPS 150S	0,130	0,038	3,421
PVC-P fólia so skleneným rúnom proti prerastaniu	0,002	0,145	0,012
		Rse=	0,04
		Rsi=	0,1
		RT=	8,798
		U=	0,11
	≤	UN,20=	0,24

podlaha miestnosti s deťmi P4	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
korkové dlaždice k lepeniu	0,006	0,065	0,092
lepidlo na korkové podlahy	0,002	-	-
samonivelačná liata anhydritová zmes	0,062	1,2	0,052
plastová fólia ľahka, bez výztuže	0,0002	-	-
elastifikované dosky EPS pre kročajovú nepriezvučnosť	0,050	0,044	1,136
ľahčený liapor betón pre rozvody	0,080	0,19	0,421
predpäť dutinový panel SPIROLL	0,250	1,2	0,208
		Rse=	0,04
		Rsi=	0,17
		RT=	2,120
		U=	0,47
	≤	UN,20=	1,05

podlaha nepobytové priestory P5	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
keramická dlažba 600x600x10 mm	0,010	1,01	0,010
lepiaci tmel na bázi cementu	0,006	0,6	0,010
samonivelačná liata anhydritová zmes	0,054	1,2	0,045
plastová fólia ľahka, bez výztuže	0,0002	-	-
elastifikované dosky EPS pre kročajovú nepriezvučnosť	0,050	0,044	1,136
ľahčený liapor betón pre rozvody	0,080	0,19	0,421
predpäť dutinový panel SPIROLL	0,250	1,2	0,208
		Rse=	0,04
		Rsi=	0,17
		RT=	2,041
		U=	0,49
	≤	UN,20=	0,75

podlaha hygienické miestnosti P6	hr. (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
keramická dlažba 600x600x10 mm	0,010	1,01	0,010
lepiaci tmel na bázi cementu	0,006	0,6	0,010
jednosložková silikátová disperzná hydroizolačná hmota	0,0002	-	-
samonivelačná liata anhydritová zmes	0,052	1,2	0,043
plastová fólia ľahka, bez výztuže	0,0002	-	-
elastifikované dosky EPS pre kročajovú nepriezvučnosť	0,050	0,044	1,136
ľahčený liapor betón pre rozvody	0,080	0,19	0,421
predpätý dutinový panel SPIROLL	0,250	1,2	0,208
		Rse=	0,04
		Rsi=	0,17
		RT=	2,039
		U=	0,49
	≤	UN,20=	0,75

Súčinitele prestupu tepla okien a dverí sú stanovené podľa podkladov projektu.

2.3 Energetický štítok obálky budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTOK OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podľa ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikačné údaje

Druh stavby Adresa (miesto, ulica, číslo, PSČ) Katastrálne územie a katastrálne číslo Prevádzkovateľ, popř. budúci prevádzkovateľ	Materská škôlka Brno
Vlastník alebo spoločenstvo vlastníkov, popr. stavebník Adresa (miesto, ulica, číslo, PSČ) Telefón / E-mail	Marek Čunderlík Brno +421 000 000 000

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vonkajší objem vykurovanej zóny budovy, nezahrňuje lódzie, rímsy, atiky a základy	5930,57 m ³
Celková plocha A - súčet vonkajších plôch ochladzovaných konštrukcií ohraničujúcich objem budovy	2861,01 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,48 m ² /m ³
Prevažujúca vnútorná teplota vo vykurovacom období θ_{im}	20 °C
Vonkajšia návrhová teplota v zimnom období θ_e	-12,0 °C

Konštrukcie	Referenčná budova (stanovenie požiadavky)				Hodnotená budova			
	Plocha	Súčiniteľ prestupu tepla	Redukčný činiteľ	Merná strata prestupom tepla	Plocha	Súčiniteľ prestupu tepla	Redukčný činiteľ	Merná strata prestupom tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
		(požadovaná hodnota podľa 5.2)						
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	
S1	699,27	0,30	1,0	209,781	699,27	0,21	1,0	146,847
S2	230,51	0,30	0,47	32,502	230,51	0,21	0,47	22,751
P1,P2,P3	846,49	0,45	0,47	179,033	846,49	0,29	0,47	115,376
Str1	846,49	0,24	1,0	203,158	846,49	0,11	1,0	93,114
DV vedľajšie	40,6	1,7	1,0	69,02	40,6	1,0	1,0	40,6
DV vchod	4,9	1,7	1,0	8,33	4,9	1,0	1,0	4,9
DV balkon	5	1,7	1,0	8,5	5	0,75	1,0	3,75
OK	187,75	1,7	1,0	319,175	187,75	0,9	1,0	168,975
Celkom	2861,01			1029,499	2861,01			596,313
Tepelné väzby		0,02		20,590	0,05		29,816	
Celková merná strata prestupom tepla				1050,089				626,129
Priemerný súčiniteľ prestupu tepla		max. Uem pro A/V		požadovaná hodnota:	626,129/2861,01= 0,22			0,22
		1050,089/2861,01= 0,37		0,37				
		75% z požadovanej hodnoty 0,37*0,75= 0,34		doporučená hodnota: 0,28				
Klasifikačná trieda obálky budovy podľa prílohy C					Trieda – B VYHOVUJÚCE			

Stanovenie prestupu tepla obálkou budovy

Merná strata prestupom tepla H_T	W/K	626,129
Priemerný súčiniteľ prestupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,22
Doporučený súčiniteľ prestupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,28
Požadovaný súčiniteľ prestupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,37

Klasifikačné triedy prestupu tepla obálkou hodnotenej budovy

Hranice klasifikačných tried	Klasifikačný ukazateľ/ pre hranice klasifikačných tried	U_{em} [W/(m ² ·K)] pre hranice klasifikačných tried	
		Obecne	Pre hodnotenú budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,185
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,278
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,37
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,555
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,74
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	0,925
G	>2,5	>2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: B – Úsporná

Dátum vystavenia energetického štítku obálky budovy:

15. 05. 2021

Zpracovateľ energetického štítku obálky budovy:

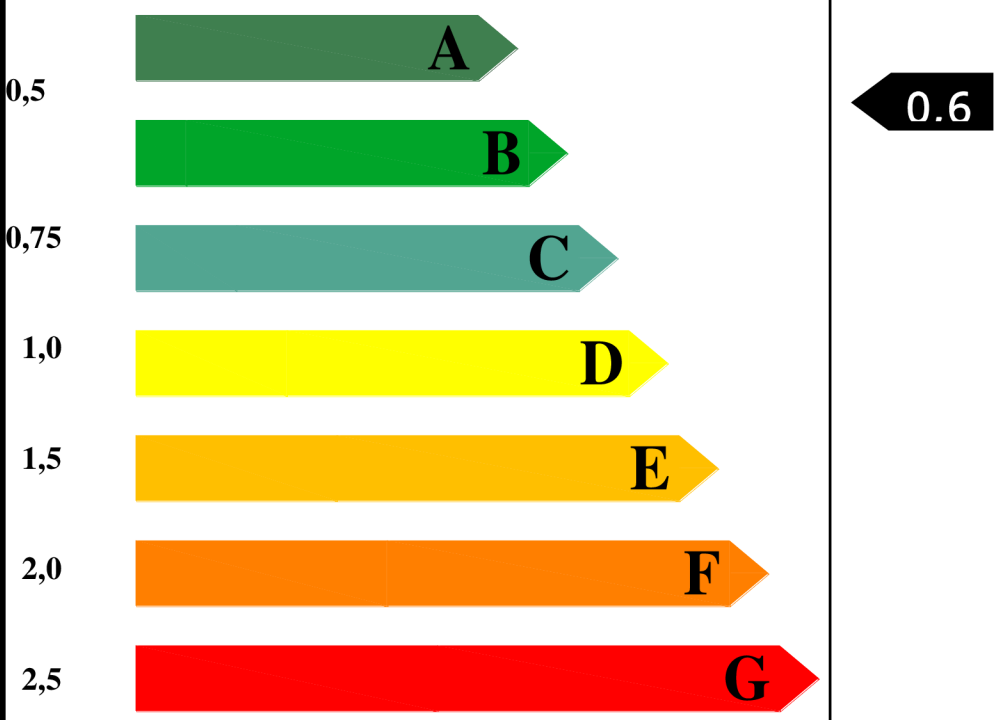
Marek Čunderlík

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítok obálky budovy odpovedá smernici európskeho parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Bol vypracovaný v súlade s ČSN 73 0540-2/2011 a podľa projektovej dokumentácie stavby dodanej objednatelom.

ENERGETICKÝ ŠTÍTOK OBÁLKY BUDOVY

		Hodnotenie obálky budovy				
		hodnotená	doporučenie			
CI	Veľmi úsporná					
0,5	A					
	B					
0,75	C					
1,0	D					
1,5	E					
2,0	F					
2,5	G					
Mimoriadne ne hospodárna						
Klasifikácia		B				
Priemerný súčiniteľ prestupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$		0,22	-			
Požadovaná hodnota priemerného súčiniteľa prestupu tepla obálky budovy podľa ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$		0,37	-			
Klasifikačné ukazatele CI a im odpovedajúce hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,185	0,278	0,37	0,555	0,74	0,925
Platnosť štítku do				Dátum		
Štítok vypracoval						

2.4 Výpočet tepelných strát objektu

Výpočet tepelných strát bol prevedený pomocou programu MS Excel pre všetky miestnosti objektu.

Výpočet tepelnej straty prestupom pre miestnosť č. 101 Zádveň

Tepelné straty priamo do vonkajšieho prostredia							
Stavebné konštrukcie							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stena	6,10	0,21	0,02	0,23	1	1,40
D1	Vstupné dvere 1,75*2,80	4,90	0,989	0	0,989	1	4,85
Celková merná tepelná strata priamo do vonkajšieho prostredia $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							6,25

Tepelné straty nevykurovaným priestorom							
Stavebné konštrukcie							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
							0,00
							0,00
							0,00
Celková merná tepelná strata nevykurovaným priestorom $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							0,00

Tepelné straty z/do priestorov vykurovaných na rozdielne teploty							
Stavebné konštrukcie							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
P5	Podlaha keramická dlažba	7,84	0,49	-0,18519	-0,71		
S5	Vnútorňá stena nenosná	17,50	2,22	-0,18519	-7,19		
D1750	Dvere interiér 1,75*2,80	4,90	1,7	-0,18519	-1,54		
S3	Vnútorňá stena nosná	11,40	1,78	-0,18519	-3,76		
P6	Podlaha keramická dlažba+hydroizolace	6,46	0,49	-0,33333	-1,06		
P5	Podlaha keramická dlažba	0,86	0,49	-0,18519	-0,08		
Celková merná tepelná strata z/do priestorov s odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-14,34

165,04 67,81

Tepelné straty zeminou								
Stavebné konštrukcie								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	337,28	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0,00
Celková merná tepelná strata zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00

294,67

Celková merná tepelná strata prestupom $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				
	$\Theta_{int,i}$	Θ_e	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$	$H_{T,i}$
	20	-12	32	-8,09
	-250,70		196,27	
				Návrhová strata prestupom $\Phi_{T,i}$ (W)
				-258,89

Výpočet tepelných strát vetraním

Objem miestnosti V_i (m ³)	Výpočtová vonkajšia teplota Θ_e	Výpočtová vnútorná teplota $\Theta_{int,i}$	Hygienické požiadavky	
			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
31,36	-12	15	0,5	15,68
Počet nechránených otvorov	n_{50}	činiteľ zaclonenia e	Výškový korekčný činiteľ ϵ	Množstvo vzduchu infiltráciou $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	5,64

Ostatné tabuľky tepelných strát prikladám do príloh tejto práce.[P5]

2.5 Návrh vykurovacích telies

2.5.1 Tabuľky výkonov telies

Telesá sú navrhované Radik VKU a výkony telies sú spočítané pomocou kalkulátoru na stránkach výrobcu KORADO. [26]

Výpočet návrhového tepelného výkonu - 1.PP

Č.M.	Miestnosť	Tepelný výkon pre tepelné straty prestupom ϕ_{T1} (W)	Tepelný výkon pre tepelné straty vetraním ϕ_{V1} (W)	Spolu (W)	Navrhované teleso	Celkový tepelný výkon ϕ_{HL1} (W)	$z1*z2*z3$	Skutočný tepelný výkon ϕ_{skut} (W)	Predimenzovanie (W)
S1	Hala+Schodisko	1102,41	799,87	1902,28	Radik VKU 22 - 600/1000	926	0,9	1883,97	-18,31
S2	Práčovňa	286,61	868,96	1155,56	Radik VKU 22 - 600/1400	1297	0,81		
S3	Sklad čistého prádla	-107,56	130,13	22,57	2x Radik VKU 22 - 500/700	1272	0,95	1208,4	52,84
S4	Upratovacia miestnosť	165,60	126,43	292,02	Radik VKU 21 - 500/500	309	0,95	293,55	1,53
S5	Kuchynka	217,83	127,57	345,40	Radik VKU 21 - 500/600	371	0,95	352,45	7,05
S6	Šatňa muži	26,97	76,16	103,13	-	-	-	-	-
S7	Šatňa ženy	28,04	79,21	107,25	-	-	-	-	-
S8	Chodba	-102,15	95,20	-6,95	-	-	-	-	-
S9	WC Ženy	235,23	146,51	381,74	Radik VKU 21 - 600/700	415	0,9	373,5	-8,24
S10	Kúpeľňa	276,45	228,77	505,22	Radik VKU 21 - 600/1000	593	0,9	533,7	28,48
S11	WC Muži	257,70	155,51	413,21	Radik VKU 21 - 600/800	474	0,9	426,6	13,39
S12	Chodba	952,30	586,62	1538,93	2x Radik VKU 22 - 600/900	1666	0,9	1499,4	-39,53
S13	Dielňa	974,12	529,12	1503,24	2x Radik VKU 22 - 600/900	1666	0,855	1424,43	-78,81
S14	Strojovňa VZT	-64,86	529,18	464,32	Radik VKU 21 - 500/700	527	1	527	62,68
S15	Sklad	-341,71	318,09	-23,62	-	-	-	-	-
S16	Technická miestnosť	257,98	227,96	485,94	Radik VKU 21 - 500/700	527	1	527	41,06

Výpočet návrhového tepelného výkonu - 1.NP

Č.M.	Miestnosť	Tepelný výkon pre tepelné straty prestupom ϕ_{T1} (W)	Tepelný výkon pre tepelné straty vetraním ϕ_{V1} (W)	Spolu (W)	Navrhované teleso	Celkový tepelný výkon ϕ_{HL1} (W)	$z1*z2*z3$	Skutočný tepelný výkon ϕ_{skut} (W)	Predimenzovanie (W)
101	Zádvrie	-258,89	143,94	-114,95	-	-	-	-	-
102	Kuchynka	507,02	126,86	633,88	Radik VKU 22 - 600/700	648	0,95	615,6	-18,28
103	Hala+Schodisko	800,41	1525,16	2325,57	4x Radik VKU 22 - 500/800	2564	0,9	2307,6	-17,97
104	Chodba	303,94	453,26	757,20	Radik VKU 22 - 600/1100	1019	0,9	917,1	159,90
105	Výdaj jedla	561,08	1161,11	1722,19	2x Radik VKU 22 - 600/1100	2038	0,8325	1696,635	-25,56
106	Umyvanie+Sklad riadu	144,56	316,61	461,17	Radik VKU 22 - 500/600	481	1	481	19,83
107	Sklad+Chladiareň	-741,68	257,41	-484,27	-	-	-	-	-
108	Zádvrie	-125,59	114,75	-10,84	-	-	-	-	-
109	Šatňa	100,73	123,16	223,90	Radik VKU 21 - 500/500	309	1	309	85,10
110	Predsieň	265,36	385,56	650,92	Radik VKU 22 - 500/1200	801	1	801	150,08
111	WC	124,36	44,80	169,16	Radik VKU 21 - 500/500	258	1	258	88,84
112	Kúpeľňa	165,04	67,81	232,85	Radik VKU 21 - 500/800	412	1	412	179,15
113	Odpadky	-586,45	80,46	-506,00	-	-	-	-	-
114	Zádvrie	-196,65	204,16	7,52	-	-	-	-	-
115	Šatňa detí	306,38	337,28	643,66	Radik VKU 22 - 600/800	741	0,9	666,9	23,24
116	Umyváreň	708,40	421,06	1129,46	Radik VKU 22 - 900/1400	1259	0,855	1076,445	-53,02
117+128	Herná+Jedáleň+Sklad hračiek	1288,34	368,07	1656,41	2x Radik VKU 22 - 500/1200	1762	0,855	1506,51	-149,90
118	Lôžková časť	1640,28	431,56	2071,84	2x Radik VKU 22 - 500/2000	2936	0,855	2510,28	438,44
119	Kancelária učiteľiek	74,33	748,11	822,44	Radik VKU 22 - 600/900	833	1	833	10,56
120	Predsieň	128,26	141,00	269,26	Radik VKU 21 - 500/600	309	1	309	39,74
121	WC učiteľiek	190,44	38,68	229,12	Radik VKU 21 - 500/500	258	1	258	28,88
122	Izolácia	294,67	614,99	909,66	Radik VKU 22 - 600/1200	1018	0,9	916,2	6,54
123	Zádvrie	163,94	66,10	230,04	-	-	-	-	-
124	Kúpeľňa	252,05	87,88	339,93	Radik VKU 21 - 600/900	533	0,855	455,715	115,78
125	Vonkajšie WC	253,95	68,33	322,27	Radik VKU 21 - 500/600	371	0,855	317,205	-5,07
126	Zádvrie (bočný vchod)	89,61	150,74	240,35	-	-	-	-	-
127	Sklad vonkajších hračiek	310,80	162,30	473,10	Radik VKU 21 - 500/500	309	1	309	-164,10
129	Zádvrie	-250,70	196,27	-54,43	-	-	-	-	-
130	Šatňa detí	312,09	313,56	625,65	Radik VKU 22 - 600/800	741	0,9	666,9	41,25
131	Umyváreň	748,75	393,64	1142,39	Radik VKU 22 - 900/1400	1259	0,855	1076,445	-65,94
132+143	Herná+Jedáleň+Sklad hračiek	1587,40	368,07	1955,47	2x Radik VKU 22 - 500/1400	2056	0,855	1757,88	-197,59
133	Lôžková časť	1640,28	431,56	2071,84	2x Radik VKU 22 - 500/2000	2936	0,855	2510,28	438,44
134	Kancelária učiteľiek	77,23	687,62	764,85	Radik VKU 22 - 600/900	833	1	833	68,15
135	Predsieň	128,26	141,00	269,26	Radik VKU 21 - 500/600	309	1	309	39,74
136	WC učiteľiek	190,44	38,68	229,12	Radik VKU 21 - 500/500	258	1	258	28,88
137	Izolácia	281,91	571,53	853,44	Radik VKU 22 - 600/1200	1018	0,9	916,2	62,76
138	Zádvrie	157,53	55,81	213,34	-	-	-	-	-
139	Kúpeľňa	252,05	87,88	339,93	Radik VKU 21 - 600/900	533	0,855	455,715	115,78
140	Vonkajšie WC	253,70	67,46	321,16	Radik VKU 21 - 500/600	371	0,855	317,205	-3,95
141	Zádvrie (bočný vchod)	89,61	150,74	240,35	-	-	-	-	-
142	Sklad vonkajších hračiek	311,41	165,24	476,65	Radik VKU 21 - 500/500	309	1	309	-167,65

Výpočet návrhového tepelného výkonu - 2.NP

Č.M.	Miestnosť	Tepelný výkon pre tepelné straty prestupom $\phi_{T,i}$ (W)	Tepelný výkon pre tepelné straty vetraním $\phi_{V,i}$ (W)	Spolu (W)	Navrhované teleso	Celkový tepelný výkon $\phi_{HL,i}$ (W)	$z1*z2*z3*\phi$	Skutočný tepelný výkon ϕ_{skut} (W)	Predimenzovanie (W)
201	Hala+Schodisko	309,75	909,13	1218,88	Radik VKU 22 - 600/1400	1297	0,9	1167,3	-51,58
202	Riaditeľňa	473,00	807,30	1280,30	2x Radik VKU 22 - 500/800	1282	1	1282	1,70
203	Kancelária	147,40	352,51	499,91	Radik VKU 21 - 500/800	495	1	495	-4,91
204	WC Imobilní	327,92	129,74	457,67	Radik VKU 21 - 600/800	474	0,95	450,3	-7,37
205	Šatňa	-122,74	70,72	-52,02	-	-	-	-	-
206	Predsieň	131,04	41,34	172,39	Radik VKU 21 - 500/400	206	0,95	195,7	23,31
207	WC	123,22	44,06	167,29	Radik VKU 21 - 500/400	206	0,95	195,7	28,41
208	Chodba	-480,23	397,77	-82,45	-	-	-	-	-
209	Viacúčelová trieda	1352,05	458,48	1810,53	2x Radik VKU 21 - 600/1600	2086	0,855	1783,53	-27,00
210	WC Deti	422,74	248,47	671,21	Radik VKU 21 - 500/1400	722	0,9	649,8	-21,41
211	WC Muži	333,92	230,85	564,77	Radik VKU 21 - 500/1200	618	0,9	556,2	-8,57
212	WC Ženy	313,15	198,53	511,68	Radik VKU 21 - 500/1100	567	0,95	538,65	26,97
213	Spoločenská miestnosť	2255,99	684,79	2940,78	5x Radik VKU 22 - 500/900	3305	0,9	2974,5	33,72

Celkové straty objektu $\phi = 44,21$ kW

Celkový skutočný výkon vykurovacích telies $\phi_{skut} = 45,70$ kW

2.6 Návrh zásobníkov teplej vody

Typ budovy: Materská škôlka

Počet osôb: 13 dospelých osôb, 40 detí

Upratovanie: 648 m² (chodby, zádveria, schodisko, výťah, WC, sprchy)

Odber vody behom dňa: 6-9 hod. 15%

9-10 hod. 10%

11-14 hod. 40%

14-15 hod. 20%

15-16 hod. 15%

1. Návrh zásobníkového ohrevu teplej vody

Denná spotreba teplej vody:

$V_{2P} = \text{počet osôb} * 0,04 + \text{počet detí} * 0,02 + \text{upratovanie} * 0,02 + \text{varenie} * 0,0015$

$V_{2P} = 13 * 0,04 + 40 * 0,02 + 6,48 * 0,02 + 60 * 0,0015$

$V_{2P} = 1,54 \text{ m}^3$

Teplo odobrané:

$Q_{2t} = 1,163 * V_{2P} * (t_2 - t_1)$

$$Q_{2t} = 1,163 * 1,54 * (55-10)$$

$$Q_{2t} = \mathbf{80,60 \text{ kWh}}$$

Teplo stratené (24h cirkulácia):

$$Q_{2z} = Q_{2t} * Z$$

$$Q_{2z} = 80,60 * 0,5$$

$$Q_{2z} = \mathbf{40,30 \text{ kWh}}$$

Teplo celkom:

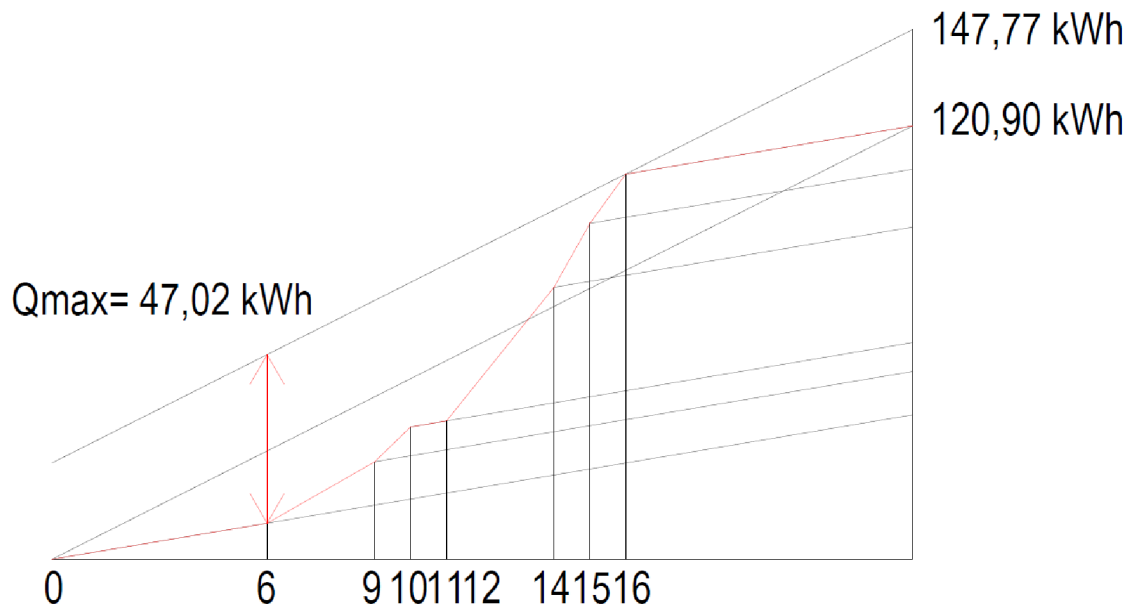
$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

$$Q_{2p} = 80,60 + 40,30$$

$$Q_{2p} = \mathbf{120,90 \text{ kWh}}$$

Odber počas dňa:

Čas	Podiel	Odobrané teplo [kWh]	Teplo celkovo [kWh]
6-9 hod.	15%	12,09	18,135
9-10 hod.	10%	8,06	12,09
11-14 hod.	40%	32,24	48,36
14-15 hod.	20%	16,12	24,18
15-16 hod.	15%	12,09	18,135



Obrázok 2. 1- Odberový diagram

Max. rozdiel medzi odberom a dodávkou tepla:

$$\Delta Q_{\max} = 47,02 \text{ kWh}$$

Veľkosť zásobníka:

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (1,163 * (t_2 - t_1))$$

$$V_z = 47,02 / (1,163 * (55 - 10))$$

$$V_z = 0,898 \text{ m}^3$$

Menovitý výkon ohrevu:

$$Q_{1n} = (Q_1/t)_{\max}$$

$$Q_{1n} = (147,77/24)_{\max}$$

$$Q_{1n} = 6,157 \text{ kW}$$

Potrebná teplosmerná plocha (60/45):

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

$$\Delta t = \frac{(60 - 55) - (45 - 10)}{\ln \frac{(60-55)}{(45-10)}}$$

$$\Delta t = 15,42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = (Q_{1n} * 10^3) / (U * \Delta t)$$

$$A = (6,157 * 10^3) / (420 * 15,42)$$

$$A = \mathbf{0,95 \text{ m}^2}$$

2. Návrh na odberovú špičku ohrevu teplej vody

Hodinová špička - odhad (maximum od 11:00 do 14:00 hod.):

$$V_z = (V_{2p} * 0,3) / 4$$

$$V_z = (1,54 * 0,3) / 4$$

$$V_z = \mathbf{0,116 \text{ m}^3}$$

Požiadavka na výkon (so zahrnutím strateného tepla):

Q_{1n} = teplo celkovo / počet hodín

$$Q_{1n} = 48,36 / 3$$

$$Q_{1n} = \mathbf{16,12 \text{ kW}}$$

Potrebná teplosmerná plocha (60/45):

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1-t_2)}{(T_2-t_1)}}$$

$$\Delta t = \frac{(60 - 55) - (45 - 10)}{\ln \frac{(60-55)}{(45-10)}}$$

$$\Delta t = 15,42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$A = (Q_{1n} * 10^3) / (U * \Delta t)$$

$$A = (16,12 * 10^3) / (420 * 15,42)$$

$$A = \mathbf{2,49 \text{ m}^2}$$

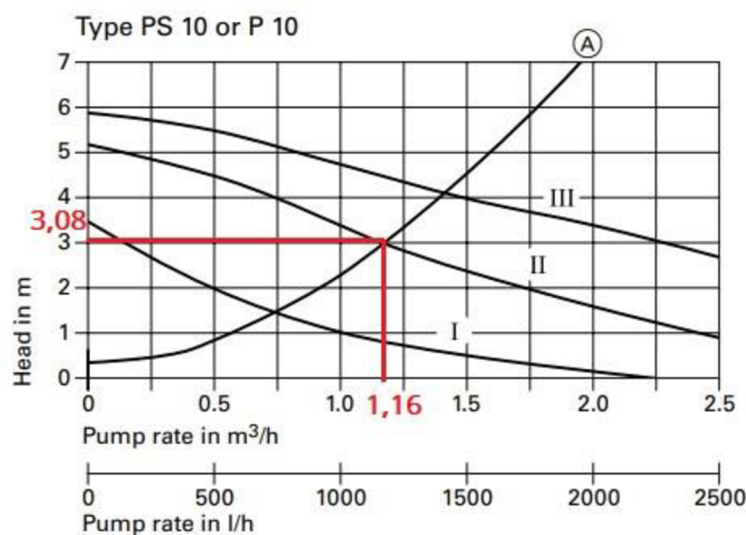
Pre variantu 1 navrhujem 2x zásobník teplej vody Regulus R2DC 200 s objemom 200 l, s dvomi smaltovanými integrovanými výmenníkmi s teplosmernou plochou 2x1 m² a s možnosťou pripojenia el. výhrevného telesa.[27]

Pre variantu 2 navrhujem 1x zásobník teplej vody Regulus RDC 200 s objemom 200 l, s jedným smaltovaným integrovaným výmenníkom s teplosmernou plochou 1 m² a s možnosťou pripojenia el. výhrevného telesa.[28]

2.7 Návrh solárneho systému

Solárny systém je navrhnutý v programe MS Excel. Sú zvolené solárne panely Vitosol 200-FM SV2F od výrobcu Viessmann v počte 24 kusov. Na tomto systéme je napojená čerpadlová skupina Solar-Divicon PS10 od rovnakého výrobcu, ktorá obsahuje aj poistný ventil a expanznú nádobu pre tento systém.

Technický list solárnych panelov je v prílohe tejto práce [P1].



Obrázok 2. 2-Graf čerpadla PS10[29]

Vstupné hodnoty:

Bilancia solárneho systému pre prípravu teplej vody		
Vstupné údaje:		
Kolektor:	200-FM SV2F	
Počet osôb:	1	
Potreba vody:	1540	l/(os.den)
Zpôsob prípravy TV:	0,3	-
Počet:	24	ks
Plocha apertúry:	2,33	m ²
Celková plocha apertúry:	55,92	m ²
Azimutový uhol γ :	0	° (Juh)
Koeficient a1:	4,41	W/(m ² .K)
Koeficient a2:	0,023	W/(m ² .K ²)
Účinnosť η_0 (ČSN EN 12975):	0,76	-
t_m	40	°C
Hustota:	998	
Tepelná kapacita:	4,2	
t_{TV} :	60	°C
t_{SV} :	15	°C
Sklon kolektoru:	45	°

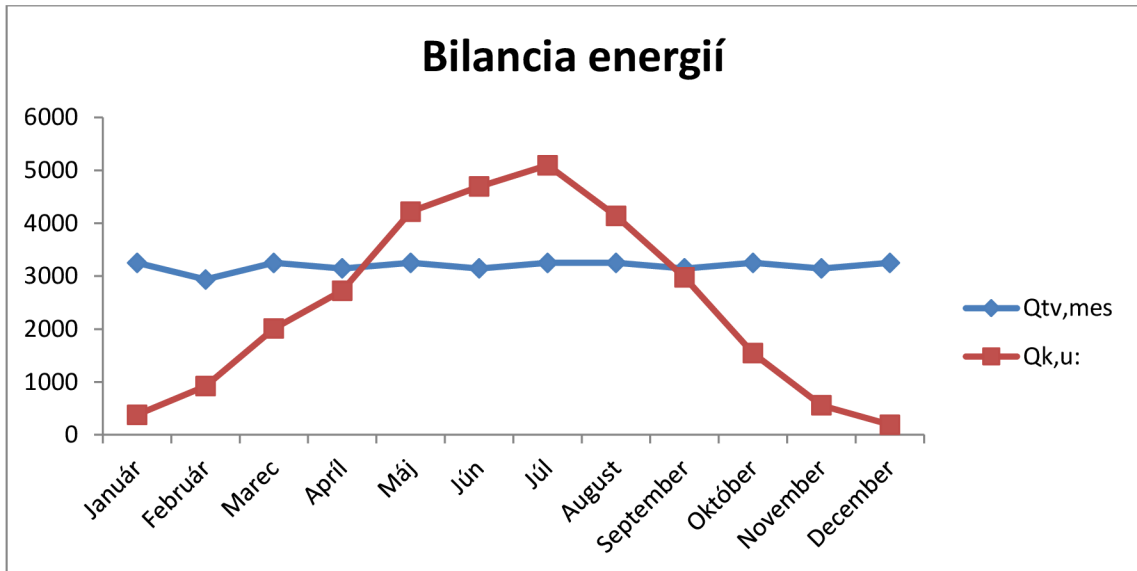
Lokalita:	Brno												
Mesiac	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	Jednotky
Radiácia G:	412	490	558	580	600	590	600	580	558	490	412	344	W/m ²
tes:	1,7	2,8	7	12	17,2	20,2	22,1	21,8	18,5	13,1	7,7	3,5	°C
nk:	0,27	0,36	0,45	0,52	0,57	0,60	0,62	0,61	0,57	0,48	0,36	0,20	-
Dni:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Denná potreba:	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	l
Q _{tv} ,deň:	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	kWh/deň
Q _{tv} ,mes	3252	2937	3252	3147	3252	3147	3252	3252	3147	3252	3147	3252	kWh/mes
Pomerná doba svitu:	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12	
H _t ,deň,teor:	3,4	4,96	6,7	8,06	9,42	9,64	9,42	8,06	6,7	4,96	3,4	2,7	kWh/(m ² .deň)
H _t ,deň,dif:	0,48	0,69	0,97	1,22	1,4	1,45	1,4	1,22	0,97	0,69	0,48	0,4	kWh/(m ² .deň)
H _t ,deň:	1,01	2,01	3,15	3,89	5,25	5,79	5,89	4,85	3,84	2,27	1,15	0,68	kWh/(m ² .deň)
q _k :	0,27	0,73	1,43	2,01	3,01	3,46	3,63	2,95	2,19	1,10	0,41	0,14	kWh/(m ² .deň)
Q _k ,u:	378,63	920,03	2007,77	2725,94	4219,98	4695,43	5096,90	4139,74	2975,74	1542,44	557,13	192,69	kWh/mes
Q _{ss} ,u:	378,63	920,03	2007,77	2725,94	3251,74	3146,84	3251,74	3251,74	2975,74	1542,44	557,13	192,69	kWh/mes
Podiel pokrytia f:	12	31	62	87	100	100	100	100	95	47	18	6	%

Výstup:

$\sum Q_{tv,mes} = 38\,287$ kWh/rok

$\sum Q_{ss,u} = 24\,2202,44$ kWh/rok

$f = 63$ %



2.8 Návrh zdrojov tepla

Návrhový tepelný výkon pre vykurovanie:

$$Q_{TOP} = 44,21 \text{ kW}$$

Návrhový tepelný výkon pre ohrev teplej vody:

$$Q_{TV} = 16,12 \text{ kW}$$

Prípojný tepelný výkon:

$$Q_{PRIP1} = 0,7 * Q_{TOP} + 0,7 * Q_{VET} + Q_{TV} = 0,7 * 44,21 + 0 + 16,12 = 47,07 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP2} = Q_{TOP} + Q_{VET} = 44,21 + 0 = 44,21 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP} = \max \{47,07 ; 44,21\} = \mathbf{47,07 \text{ kW}}$$

Návrhový tepelný výkon pre zimné obdobie: 47,07 kW

Návrhový tepelný výkon pre letné obdobie: 16,12 kW

Volím závesný kondenzačný kotol pre vykurovanie Bosch (6,6-49,9 kW) GC9000iW 50 na vykurovanie v zimnom období.

Na prípravu teplej vody vo variante 2, a ako záložný zdroj tepla vo variante 1 volím závesný kondenzačný kotol Bosch GC2300iW 24 s výkonom 24 kW.

Technické listy kotlov v prílohe tejto práce [P2], [P3].

2.9 Dimenzovanie a hydraulické posúdenie potrubia

2.9.1 Dimenzovanie okruhu 1. Triedy

1. Trieda												
Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie základného okruhu - miestnosť 118A po R+S												
1	1255,14	71,95	5,5	15x1	33,10	0,15	182,05	18,5	207,94	900	1289,99	1289,99
2	2510,28	143,90	7,1	18x1	45,50	0,2	323,05	3,5	69,94	0	392,99	1682,98
3	3263,54	187,08	8	18x1	72,20	0,26	577,6	2,5	84,43	0	662,03	2345,01
4	6661,66	381,87	4,2	22x1	87,30	0,34	366,66	2,2	127,05	0	493,71	2838,71
5	7738,10	443,57	6,9	22x1	116,70	0,4	805,23	0,9	71,94	0	877,17	3715,88
6	8405,00	481,80	14,2	22x1	132,90	0,43	1887,18	3,5	323,29	0	2210,47	5926,35
7	9158,26	524,98	14	22x1	155,90	0,47	2182,6	22,8	2516,04	0	4698,64	10624,99

Návrh prednastavenia ventilu VK z diagramu (8)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 118B na základný okruh												
1	1255,14	71,95	0,9	15x1	33,1	0,15	29,79	15,9	178,72	1081,48	1289,99	1289,99

Návrh prednastavenia ventilu: 1289,99 - 208,51 = 1081,48 Pa, 71,95 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (8)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 117A na základný okruh												
1	753,26	43,18	2,3	15x1	8,9	0,09	20,47	18,5	74,86	1587,65	1682,98	1682,98

Návrh prednastavenia ventilu: 1682,98 - 95,33 = 1587,65 Pa, 43,18 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (4)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 127 po základný okruh												
1	309,00	17,71	16,1	15x1	4	0,04	64,4	18,2	14,55	1276,66	1355,61	1355,61
2	626,21	35,90	2	15x1	7,9	0,08	15,8	0,9	2,88	0	18,68	1374,28
3	1081,92	62,02	2,3	15x1	22,3	0,13	51,29	4,8	40,52	0	91,81	1466,10
4	1998,12	114,54	4,2	18x1	30,9	0,16	129,78	0,9	11,51	0	141,29	1607,39
5	2831,12	162,29	8,6	18x1	58,2	0,23	500,52	0,9	23,78	0	524,30	2131,69
6	3398,12	194,79	2,2	18x1	77,1	0,27	169,62	1,2	43,70	0	213,32	2345,01

Návrh prednastavenia ventilu: 2345,01 - 1068,35 = 1276,66 Pa, 17,71 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 125 po základný okruh												
1	317,21	18,18	4,6	15x1	4	0,04	18,4	18,2	14,55	1318,50	1351,45	1351,45
2	626,21	35,90	2	15x1	7,9	0,08	15,8	2,2	7,03	0	22,83	1374,28
3	1081,92	62,02	2,3	15x1	22,3	0,13	51,29	4,8	40,52	0	91,81	1466,10
4	1998,12	114,54	4,2	18x1	30,9	0,16	129,78	0,9	11,51	0	141,29	1607,39
5	2831,12	162,29	8,6	18x1	58,2	0,23	500,52	0,9	23,78	0	524,30	2131,69
6	3398,12	194,79	2,2	18x1	77,1	0,27	169,62	1,2	43,70	0	213,32	2345,01

Návrh prednastavenia ventilu: 2345,01 - 1026,51 = 1318,5 Pa, 18,18 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 124 po základný okruh												
1	455,72	26,12	6,1	15x1	5,9	0,06	35,99	20,8	37,41	1300,88	1374,28	1374,28
2	1081,92	62,02	2,3	15x1	22,3	0,13	51,29	4,8	40,52	0	91,81	1466,09
3	1998,12	114,54	4,2	18x1	30,9	0,16	129,78	0,9	11,51	0	141,29	1607,38
4	2831,12	162,29	8,6	18x1	58,2	0,23	500,52	0,9	23,78	0	524,30	2131,69
5	3398,12	194,79	2,2	18x1	77,1	0,27	169,62	1,2	43,70	0	213,32	2345,01

Návrh prednastavenia ventilu: 2345,01 - 1044,13 = 1300,88 Pa, 26,12 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 122 po základný okruh												
1	916,20	52,52	8,2	15x1	14,1	0,11	115,62	15,9	96,11	1237,74	1449,47	1449,47
2	1998,12	114,54	4,2	18x1	30,9	0,16	129,78	2,2	28,14	0	157,92	1607,39
3	2831,12	162,29	8,6	18x1	58,2	0,23	500,52	0,9	23,78	0	524,30	2131,69
4	3398,12	194,79	2,2	18x1	77,1	0,27	169,62	1,2	43,70	0	213,32	2345,01

Návrh prednastavenia ventilu: 2345,01 - 1107,27 = 1237,74 Pa, 52,52 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (5)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 119 po základný okruh												
1	833,00	47,75	8,2	15x1	10,9	0,1	89,38	15,9	79,43	1404,22	1573,03	1573,03
2	2831,12	162,29	8,6	18x1	58,2	0,23	500,52	2,2	58,14	0	558,66	2131,69
3	3398,12	194,79	2,2	18x1	77,1	0,27	169,62	1,2	43,70	0	213,32	2345,01

Návrh prednastavenia ventilu: 2345,01 - 940,79 = 1404,22 Pa, 47,75 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (5)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 120 po základný okruh												
1	309,00	17,71	1,2	15x1	4	0,04	4,8	15,6	12,47	2033,4	2050,67	2050,67
2	567,00	32,50	4,1	15x1	6,9	0,07	28,29	2,2	5,39	0	33,68	2084,34
3	3398,12	194,79	2,2	18x1	77,1	0,27	169,62	2,5	91,04	0	260,66	2345,01

Návrh prednastavenia ventilu: 2345,01 - 311,61 = 2033,4 Pa, 17,71 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (1)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 121 po základný okruh												
1	258,00	14,79	4,1	15x1	3	0,03	12,3	15,6	7,01	2033,8	2053,11	2053,11
2	567,00	32,50	4,1	15x1	6,9	0,07	28,29	1,2	2,94	0	31,23	2084,34
3	3398,12	194,79	2,2	18x1	77,1	0,27	169,62	2,5	91,04	0	260,66	2345,01

Návrh prednastavenia ventilu: 2345,01 - 311,21 = 2033,8 Pa, 14,79 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (1)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 116 na základný okruh												
1	1076,45	61,71	6,3	15x1	22,3	0,13	140,49	18,8	158,72	2539,5	2838,71	2838,71

Návrh prednastavenia ventilu: 2838,71 - 299,21 = 2539,5 Pa, 61,71 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (5)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 115 na základný okruh												
1	666,90	38,23	8,2	15x1	7,9	0,08	64,78	16,2	51,79	3599,31	3715,88	3715,88

Návrh prednastavenia ventilu: 3715,88 - 116,57 = 3599,31 Pa, 38,23 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 117B na základný okruh												
1	753,26	43,18	4,9	15x1	8,9	0,09	43,61	18,8	76,07	5806,67	5926,35	5926,35

Návrh prednastavenia ventilu: 5926,35 - 119,68 = 5806,67 Pa, 43,18 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

2.9.2 Dimenzovanie okruhu 2. Triedy

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie základného okruhu - miestnosť 133A po R+S												
1	1255,14	71,95	5,5	15x1	33,10	0,15	182,05	18,5	207,94	900	1289,99	1289,99
2	2510,28	143,90	3,2	18x1	45,50	0,2	145,6	3,5	69,94	0	215,54	1505,53
3	3389,22	194,28	5,3	18x1	77,10	0,27	408,63	2,5	91,04	0	499,67	2005,21
4	6787,34	389,07	4,2	22x1	91,90	0,35	385,98	2,2	134,63	0	520,61	2525,82
5	7863,79	450,78	5,3	22x1	116,70	0,4	618,51	0,9	71,94	0	690,45	3216,26
6	8530,69	489,00	14,6	22x1	138,50	0,44	2022,1	3,5	338,50	0	2360,60	5576,86
7	9409,63	539,39	36,7	22x1	161,90	0,48	5941,73	28,0	3222,76	0	9164,49	14741,36

Návrh prednastavenia ventilu VK z diagramu (8)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 133B na základný okruh												
1	1255,14	71,95	0,9	15x1	33,1	0,15	29,79	15,9	178,72	1081,48	1289,99	1289,99

Návrh prednastavenia ventilu: 1289,99 - 208,51 = 1081,48 Pa, 71,95 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (8)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 132A na základný okruh												
1	878,94	50,38	4,7	15x1	14,1	0,11	66,27	18,5	111,83	1327,43	1505,53	1505,53

Návrh prednastavenia ventilu: 1505,53 - 178,10 = 1327,43 Pa, 50,38 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (5)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 142 po základný okruh												
1	309,00	17,71	16,9	15x1	4	0,04	67,6	18,2	14,55	412,51	494,66	494,66
2	626,21	35,90	2	15x1	7,9	0,08	15,8	1,2	3,84	0	19,64	514,29
3	1998,12	114,54	4,9	18x1	30,9	0,16	151,41	4,5	57,55	0	208,96	723,25
4	2831,12	162,29	9,4	18x1	58,2	0,23	547,08	0,9	23,78	0	570,86	1294,12
5	3398,12	194,79	6,2	18x1	77,1	0,27	478,02	6,4	233,07	0	711,09	2005,21

Návrh prednastavenia ventilu: 2005,21 - 1592,70 = 412,51 Pa, 17,71 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 140 po základný okruh												
1	317,21	18,18	3,6	15x1	4	0,04	14,4	18,2	14,55	461,55	490,50	490,50
2	626,21	35,90	2	15x1	7,9	0,08	15,8	2,5	7,99	0	23,79	514,29
3	1998,12	114,54	4,9	18x1	30,9	0,16	151,41	4,5	57,55	0	208,96	723,25
4	2831,12	162,29	9,4	18x1	58,2	0,23	547,08	0,9	23,78	0	570,86	1294,12
5	3398,12	194,79	6,2	18x1	77,1	0,27	478,02	6,4	233,07	0	711,09	2005,21

Návrh prednastavenia ventilu: 2005,21 - 1543,66 = 461,55 Pa, 18,18 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 139 po základný okruh												
1	455,72	26,12	4,4	15x1	5,9	0,06	25,96	18,5	33,27	420,48	479,71	479,71
2	1371,92	78,64	1,6	18x1	13,3	0,11	21,28	2,2	13,30	0	34,58	514,29
3	1998,12	114,54	4,9	18x1	30,9	0,16	151,41	4,5	57,55	0	208,96	723,25
4	2831,12	162,29	9,4	18x1	58,2	0,23	547,08	0,9	23,78	0	570,86	1294,12
5	3398,12	194,79	6,2	18x1	77,1	0,27	478,02	6,4	233,07	0	711,09	2005,21

Návrh prednastavenia ventilu: 2005,21 - 1584,73 = 420,48 Pa, 26,12 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (5)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	I (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 137 po základný okruh												
1	916,20	52,52	6,5	15x1	14,1	0,11	91,65	18,5	111,83	284,1	487,58	487,58
2	1371,92	78,64	1,6	18x1	13,3	0,11	21,28	0,9	5,44	0	26,72	514,30
3	1998,12	114,54	4,9	18x1	30,9	0,16	151,41	4,5	57,55	0	208,96	723,26
4	2831,12	162,29	9,4	18x1	58,2	0,23	547,08	0,9	23,78	0	570,86	1294,12
5	3398,12	194,79	6,2	18x1	77,1	0,27	478,02	6,4	233,07	0	711,09	2005,21

Návrh prednastavenia ventilu: 2005,21 - 1721,11 = 284,1 Pa, 52,52 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (8)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 134 po základný okruh												
1	833,00	47,75	7,6	15x1	10,9	0,1	82,84	15,9	79,43	526,63	688,90	688,90
3	2831,12	162,29	9,4	18x1	58,2	0,23	547,08	2,2	58,14	0	605,22	1294,12
4	3398,12	194,79	6,2	18x1	77,1	0,27	478,02	6,4	233,07	0	711,09	2005,21

Návrh prednastavenia ventilu: 2005,21 - 1478,58 = 526,63 Pa, 47,75 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (7)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 135 po základný okruh												
1	309,00	17,71	2,1	15x1	4	0,04	8,4	15,6	12,47	1188,04	1208,91	1208,91
2	567,00	32,50	4,6	15x1	6,9	0,07	31,74	2,5	6,12	0	37,86	1246,77
3	3398,12	194,79	6,2	18x1	77,1	0,27	478,02	7,7	280,42	0	758,44	2005,21

Návrh prednastavenia ventilu: 2005,21 - 817,17 = 1188,04 Pa, 17,71 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 136 po základný okruh												
1	258,00	14,79	3,05	15x1	3	0,03	9,15	15,6	7,01	1195,93	1212,09	1212,09
2	567,00	32,50	4,6	15x1	6,9	0,07	31,74	1,2	2,94	0	34,68	1246,77
3	3398,12	194,79	6,2	18x1	77,1	0,27	478,02	7,7	280,42	0	758,44	2005,21

Návrh prednastavenia ventilu: 2005,21 - 809,28 = 1195,93 Pa, 14,79 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (1)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 131 na základný okruh												
1	1076,45	61,71	6,1	15x1	22,3	0,13	136,03	18,8	158,72	2231,07	2525,82	2525,82

Návrh prednastavenia ventilu: 2525,82 - 294,75 = 2231,07 Pa, 61,71 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (5)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 130 na základný okruh												
1	666,90	38,23	10,65	15x1	7,9	0,08	84,135	16,2	51,79	3080,33	3216,26	3216,26

Návrh prednastavenia ventilu: 3216,26 - 135,93 = 3080,33 Pa, 38,23 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 132B na základný okruh												
1	878,94	50,38	0,9	15x1	14,1	0,11	12,69	16,2	97,92	5466,25	5576,86	5576,86

Návrh prednastavenia ventilu: 5576,86 - 110,61 = 5466,25 Pa, 50,38 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

2.9.3 Dimenzovanie okruhu 2.NP a strednej časti 1.NP

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie základného okruhu - miestnosť 202A po R+S												
1	641	36,74	5,7	15x1	7,9	0,08	45,03	18,5	59,15	300	404,18	404,18
2	1282,00	73,49	5	18x1	10,30	0,1	51,5	1,2	5,99	0	57,49	461,67
3	1777,00	101,86	4,4	22x1	7,20	0,1	31,68	0,9	4,50	0	36,18	497,85
4	2944,30	168,78	6,45	22x1	20,70	0,15	133,515	3,5	39,34	0	172,86	670,70
5	3394,60	194,59	4,3	22x1	25,70	0,17	110,51	0,9	12,99	0	123,50	794,21
6	3786,00	217,02	6,2	22x1	31,20	0,19	193,44	0,9	16,23	0	209,67	1003,88
7	4324,65	247,90	0,5	22x1	40,40	0,22	20,2	0,9	21,76	0	41,96	1045,84
8	5216,42	299,02	9,1	22x1	58,00	0,27	527,8	0,9	32,78	0	560,58	1606,42
9	5772,62	330,90	5,5	22x1	69,90	0,3	384,45	0,9	40,46	0	424,91	2031,33
10	6422,42	368,15	4,4	22x1	82,80	0,33	364,32	1,2	65,28	0	429,60	2460,93
11	9396,92	538,66	4,1	28x1,5	55,80	0,33	228,78	4,5	244,81	0	473,59	2934,52
12	10288,68	589,78	13,45	28x1,5	65,80	0,34	885,01	0,9	51,97	0	936,98	3871,51
13	18086,62	1036,78	9,7	28x1,5	177,60	0,59	1722,72	18,5	3217,09	0	4939,81	8811,32

Návrh prednastavenia ventilu VK z diagramu (8)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 202B na základný okruh												
1	641,00	36,74	0,8	15x1	7,7	0,09	6,16	15,9	64,34	333,68	404,18	404,18

Návrh prednastavenia ventilu: 404,18 - 70,50 = 333,68 Pa, 36,74 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (8)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 203 na základný okruh												
1	495,00	28,37	0,8	15x1	5,9	0,06	4,72	16,2	29,13	427,82	461,67	461,67
Návrh prednastavenia ventilu: 461,67 - 33,85 = 427,82 Pa, 28,37 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (5)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 201 na základný okruh												
1	1167,30	66,91	0,9	15x1	7,7	0,09	6,93	16,2	65,55	425,37	497,85	497,85
Návrh prednastavenia ventilu: 497,85 - 72,48 = 425,37 Pa, 66,91 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (8)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 204 na základný okruh												
1	450,30	25,81	3,95	15x1	4,9	0,05	19,355	18,8	23,48	627,87	670,70	670,70
Návrh prednastavenia ventilu: 670,70 - 42,83 = 627,87 Pa, 25,81 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 207 po základný okruh												
1	195,70	11,22	5,8	15x1	2	0,02	11,6	18,2	3,64	749,17	764,41	764,41
2	391,40	22,44	5,7	15x1	4,9	0,05	27,93	1,5	1,87	0	29,80	794,21
Návrh prednastavenia ventilu: 794,21 - 45,04 = 749,17 Pa, 11,22 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (1)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 206 po základný okruh												
1	195,70	11,22	0,8	15x1	2	0,02	1,6	15,6	3,12	759,69	764,41	764,41
2	391,40	22,44	5,7	15x1	4,9	0,05	27,93	1,5	1,87	0	29,80	794,21
Návrh prednastavenia ventilu: 794,21 - 34,52 = 759,69 Pa, 11,22 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (1)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 212 na základný okruh												
1	538,65	30,88	3,8	15x1	6,9	0,07	26,22	18,8	46,02	931,64	1003,88	1003,88
Návrh prednastavenia ventilu: 1003,88 - 72,24 = 931,64 Pa, 30,88 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 209A na základný okruh												
1	891,77	51,12	17,8	15x1	14,1	0,11	250,98	18,8	113,64	681,22	1045,84	1045,84
Návrh prednastavenia ventilu: 1045,84 - 364,62 = 681,22 Pa, 51,12 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (7)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 211 na základný okruh												
1	556,20	31,88	2,8	15x1	6,9	0,07	19,32	16,2	39,66	1547,44	1606,42	1606,42
Návrh prednastavenia ventilu: 1606,42 - 58,98 = 1547,44 Pa, 31,88 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 210 na základný okruh												
1	649,80	37,25	8,35	15x1	7,9	0,08	65,965	16,2	51,79	1913,57	2031,33	2031,33
Návrh prednastavenia ventilu: 2031,33 - 117,76 = 1913,57 Pa, 37,25 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 213A po základný okruh												
1	594,90	34,10	4,3	15x1	6,9	0,07	29,67	18,5	45,29	1795,73	1870,69	1870,69
2	1189,80	68,20	4	18x1	10,3	0,1	41,2	1,2	5,99	0	47,19	1917,88
3	1784,70	102,30	4	22x1	7,2	0,1	28,8	0,9	4,50	0	33,30	1951,18
4	2379,60	136,41	4	22x1	14	0,12	56	0,9	6,47	0	62,47	2013,65
5	2974,50	170,51	20,25	22x1	20,7	0,15	419,175	2,5	28,10	0	447,28	2460,93
Návrh prednastavenia ventilu: 2460,93 - 665,20 = 1795,73 Pa, 34,10 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 213B po základný okruh												
1	594,90	34,10	0,8	15x1	6,9	0,07	5,52	15,9	38,92	1819,75	1864,19	1864,19
2	1189,80	68,20	4	18x1	10,3	0,1	41,2	2,5	12,49	0	53,69	1917,88
3	1784,70	102,30	4	22x1	7,2	0,1	28,8	0,9	4,50	0	33,30	1951,18
4	2379,60	136,41	4	22x1	14	0,12	56	0,9	6,47	0	62,47	2013,65
5	2974,50	170,51	20,25	22x1	20,7	0,15	419,175	2,5	28,10	0	447,28	2460,93

Návrh prednastavenia ventilu: 2460,93 - 641,18 = 1819,75 Pa, 34,10 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 213C po základný okruh												
1	594,90	34,10	0,8	15x1	6,9	0,07	5,52	16,2	39,66	1866,22	1911,40	1911,40
2	1784,70	102,30	4	22x1	7,2	0,1	28,8	2,2	10,99	0	39,79	1951,19
3	2379,60	136,41	4	22x1	14	0,12	56	0,9	6,47	0	62,47	2013,66
4	2974,50	170,51	20,25	22x1	20,7	0,15	419,175	2,5	28,10	0	447,28	2460,93

Návrh prednastavenia ventilu: 2460,93 - 594,71 = 1866,22 Pa, 34,10 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 213D po základný okruh												
1	594,90	34,10	0,8	15x1	6,9	0,07	5,52	16,2	39,66	1896,65	1941,83	1941,83
2	2379,60	136,41	4	22x1	14	0,12	56	2,2	15,83	0	71,83	2013,65
3	2974,50	170,51	20,25	22x1	20,7	0,15	419,175	2,5	28,10	0	447,28	2460,93

Návrh prednastavenia ventilu: 2460,93 - 564,28 = 1896,65 Pa, 34,10 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 213E po základný okruh												
1	594,90	34,10	0,8	15x1	6,9	0,07	5,52	16,2	39,66	1983,09	2028,27	2028,27
2	2974,50	170,51	20,25	22x1	20,7	0,15	419,175	1,2	13,49	0	432,66	2460,93

Návrh prednastavenia ventilu: 2460,93 - 477,84 = 1983,09 Pa, 34,10 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 209B na základný okruh												
1	891,77	51,12	1,6	15x1	14,1	0,11	22,56	16,5	99,74	2812,22	2934,52	2934,52

Návrh prednastavenia ventilu: 2934,52 - 122,30 = 2812,22 Pa, 51,12 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 103A po základný okruh												
1	576,90	33,07	5,9	15x1	6,9	0,07	40,71	18,5	45,29	1334,76	1420,76	1420,76
2	1153,80	66,14	5	18x1	7,7	0,09	38,5	1,2	4,86	0	43,36	1464,11
3	1730,70	99,21	5	22x1	7,2	0,09	36	0,9	3,64	0	39,64	1503,75
4	2307,60	132,28	10,95	22x1	14	0,12	153,3	3,5	25,18	0	178,48	1682,23
5	2923,20	167,57	9,4	22x1	20,7	0,15	194,58	0,9	10,12	0	204,70	1886,93
6	3404,20	195,14	4,65	22x1	25,7	0,17	119,505	0,9	12,99	0	132,50	2019,43
7	4205,20	241,05	1,8	22x1	40,4	0,22	72,72	0,9	21,76	0	94,48	2113,91
8	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	0,9	30,39	0	206,54	2320,45
9	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
10	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
11	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51

Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 2536,75 = 1334,76 Pa, 33,07 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{ois} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 103B po základný okruh												
1	576,90	33,07	0,9	15x1	6,9	0,07	6,21	15,9	38,92	1371,58	1416,71	1416,71
2	1153,80	66,14	5	18x1	7,7	0,09	38,5	2,2	8,90	0	47,40	1464,11
3	1730,70	99,21	5	22x1	7,2	0,09	36	0,9	3,64	0	39,64	1503,75
4	2307,60	132,28	10,95	22x1	14	0,12	153,3	3,5	25,18	0	178,48	1682,23
5	2923,20	167,57	9,4	22x1	20,7	0,15	194,58	0,9	10,12	0	204,70	1886,93
6	3404,20	195,14	4,65	22x1	25,7	0,17	119,505	0,9	12,99	0	132,50	2019,43
7	4205,20	241,05	1,8	22x1	40,4	0,22	72,72	0,9	21,76	0	94,48	2113,91
8	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	0,9	30,39	0	206,54	2320,45
9	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
10	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
11	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51
Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 2499,93 = 1371,58 Pa, 33,07 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	RI (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	RI+Z+Δp _{RV} (Pa)	Δp _{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 103C po základný okruh												
1	576,90	33,07	0,9	15x1	6,9	0,07	6,21	16,2	39,66	1412,99	1458,86	1458,86
2	1730,70	99,21	5	22x1	7,2	0,09	36	2,2	8,90	0	44,90	1503,76
3	2307,60	132,28	10,95	22x1	14	0,12	153,3	3,5	25,18	0	178,48	1682,24
4	2923,20	167,57	9,4	22x1	20,7	0,15	194,58	0,9	10,12	0	204,70	1886,93
5	3404,20	195,14	4,65	22x1	25,7	0,17	119,505	0,9	12,99	0	132,50	2019,43
6	4205,20	241,05	1,8	22x1	40,4	0,22	72,72	0,9	21,76	0	94,48	2113,91
7	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	0,9	30,39	0	206,54	2320,45
8	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
9	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
10	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51

Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 2458,52 = 1412,99 Pa, 33,07 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	RI (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	RI+Z+Δp _{RV} (Pa)	Δp _{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 103D po základný okruh												
1	576,90	33,07	0,9	15x1	6,9	0,07	6,21	16,2	39,66	1448,54	1494,41	1494,41
2	2307,60	132,28	10,95	22x1	14	0,12	153,3	4,8	34,53	0	187,83	1682,23
3	2923,20	167,57	9,4	22x1	20,7	0,15	194,58	0,9	10,12	0	204,70	1886,93
4	3404,20	195,14	4,65	22x1	25,7	0,17	119,505	0,9	12,99	0	132,50	2019,43
5	4205,20	241,05	1,8	22x1	40,4	0,22	72,72	0,9	21,76	0	94,48	2113,91
6	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	0,9	30,39	0	206,54	2320,45
7	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
8	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
9	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51

Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 2422,97 = 1448,54 Pa, 33,07 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	RI (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	RI+Z+Δp _{RV} (Pa)	Δp _{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 102 po základný okruh												
1	615,60	35,29	5,3	15x1	6,9	0,07	36,57	18,8	46,02	1585,03	1667,62	1667,62
2	2923,20	167,57	9,4	22x1	20,7	0,15	194,58	2,2	24,73	0	219,31	1886,93
3	3404,20	195,14	4,65	22x1	25,7	0,17	119,505	0,9	12,99	0	132,50	2019,43
4	4205,20	241,05	1,8	22x1	40,4	0,22	72,72	0,9	21,76	0	94,48	2113,91
5	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	0,9	30,39	0	206,54	2320,45
6	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
7	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
8	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51

Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 2286,48 = 1585,03 Pa, 35,29 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	RI (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	RI+Z+Δp _{RV} (Pa)	Δp _{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 106 po základný okruh												
1	481,00	27,57	7,6	15x1	5,9	0,06	44,84	18,8	33,81	1789,51	1868,16	1868,16
2	3404,20	195,14	4,65	22x1	25,7	0,17	119,505	2,2	31,76	0	151,27	2019,43
3	4205,20	241,05	1,8	22x1	40,4	0,22	72,72	0,9	21,76	0	94,48	2113,91
4	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	0,9	30,39	0	206,54	2320,45
5	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
6	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
7	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51

Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 2082,00 = 1789,51 Pa, 27,57 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	RI (Pa)	Σξ (-)	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	RI+Z+Δp _{RV} (Pa)	Δp _{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 110 po základný okruh												
1	801,00	45,92	2,65	15x1	10,9	0,1	28,885	16,2	80,93	1878,18	1987,99	1987,99
2	4205,20	241,05	1,8	22x1	40,4	0,22	72,72	2,2	53,19	0	125,91	2113,91
3	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	0,9	30,39	0	206,54	2320,45
4	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
5	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
6	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51

Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 1993,33 = 1878,18 Pa, 45,92 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (4)

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 104 po základný okruh												
1	917,10	52,57	2,15	15x1	14,1	0,11	30,315	16,2	97,92	1941,77	2070,01	2070,01
2	5122,30	293,63	3,25	22x1	54,2	0,26	176,15	2,2	74,29	0	250,44	2320,45
3	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	3,5	168,03	0	894,21	3214,66
4	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
5	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51
Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 1929,74 = 1941,77 Pa, 52,57 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (4)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 112 po základný okruh												
1	412,00	23,62	4,1	15x1	4,9	0,05	20,09	18,2	22,73	2126,4	2169,22	2169,22
2	670,00	38,41	4,5	15x1	7,9	0,08	35,55	1,2	3,84	0	39,39	2208,61
3	979,00	56,12	7,4	18x1	5,6	0,08	41,44	2,5	7,99	0	49,43	2258,04
4	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	4,8	230,44	0	956,62	3214,66
5	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
6	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51
Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 1745,11 = 2126,4 Pa, 23,62 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 111 po základný okruh												
1	258,00	14,79	0,8	15x1	3	0,03	2,4	15,6	7,01	2155,65	2165,06	2165,06
2	670,00	38,41	4,5	15x1	7,9	0,08	35,55	2,5	7,99	0	43,54	2208,61
3	979,00	56,12	7,4	18x1	5,6	0,08	41,44	2,5	7,99	0	49,43	2258,04
4	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	4,8	230,44	0	956,62	3214,66
5	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,55
6	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51
Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 1715,86 = 2155,65 Pa, 14,79 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (1)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 109 po základný okruh												
1	309,00	17,71	0,8	15x1	4	0,04	3,2	15,9	12,71	2196,86	2212,77	2212,77
2	979,00	56,12	7,4	18x1	5,6	0,08	41,44	1,2	3,84	0	45,28	2258,05
3	6101,30	349,74	9,8	22x1	74,1	0,31	726,18	4,8	230,44	0	956,62	3214,66
4	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	0,9	58,27	0	420,89	3635,56
5	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51
Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 1674,65 = 2196,86 Pa, 17,71 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (1)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 105A po základný okruh												
1	848,32	48,63	1,55	15x1	10,9	0,1	16,895	16,2	80,93	3032,67	3130,49	3130,49
2	6949,62	398,37	3,75	22x1	96,7	0,36	362,625	2,2	142,43	0	505,06	3635,55
3	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51
Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 838,84 = 3032,67 Pa, 48,63 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. Ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti 105B po základný okruh												
1	848,32	48,63	9,75	15x1	10,9	0,1	106,275	18,8	93,92	3435,36	3635,55	3635,55
2	7797,94	447,00	1,2	22x1	116,7	0,4	140,04	1,2	95,92	0	235,96	3871,51
Návrh prednastavenia ventilu: 3871,51 - 436,15 = 3435,36 Pa, 48,63 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

2.9.4 Dimenzovanie okruhu suterénu

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie základného okruhu - miestnosť S2A po R+S												
1	604,20	34,63	10,5	15x1	6,9	0,07	72,45	18,2	44,55	220,00	337,00	337,00
2	1208,40	69,27	7,95	15x1	33,1	0,15	263,145	1,2	13,49	0	276,63	613,63
3	2041,80	117,04	3,85	18x1	30,9	0,16	118,965	4,5	57,55	0	176,51	790,15
4	2687,80	154,07	8,7	18x1	53,8	0,22	468,06	1,2	29,01	0	497,07	1287,22
5	3738,37	214,29	5,35	22x1	31,20	0,19	166,92	0,9	16,23	0	183,15	1470,37
6	4488,07	257,27	1,9	22x1	43,70	0,23	83,03	0,9	23,78	0	106,81	1577,19
7	5821,87	333,73	13,3	22x1	69,90	0,3	929,67	0,9	40,46	0	970,13	2547,32
8	7246,30	415,38	1,5	22x1	101,50	0,37	152,25	2,2	150,46	0	302,71	2850,03
9	7773,30	445,59	7,2	22x1	116,70	0,4	840,24	0,9	71,94	0	912,18	3762,21
10	9050,00	518,77	8,8	22x1	150,00	0,46	1320	16,9	1786,45	0	3106,45	6868,65

Návrh prednastavenia ventilu VK z diagramu (8)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S2B na základný okruh												
1	604,20	34,63	0,9	15x1	6,9	0,07	6,21	15,6	38,19	292,6	337,00	337,00

Návrh prednastavenia ventilu: 337,00 - 44,40 = 292,6 Pa, 34,63 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (7)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S1A na základný okruh												
1	833,40	47,77	2,65	15x1	10,9	0,1	28,885	18,5	92,42	492,33	613,63	613,63

Návrh prednastavenia ventilu: 613,63 - 121,30 = 492,33 Pa, 47,77 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (8)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S4 na základný okruh												
1	293,55	16,83	5,05	15x1	4	0,04	20,2	18,2	14,55	691,13	725,88	725,88
2	646,00	37,03	7,65	15x1	7,9	0,08	60,435	1,2	3,84	0	64,27	790,15

Návrh prednastavenia ventilu: 790,15 - 99,02 = 691,13 Pa, 16,83 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S5 na základný okruh												
1	352,45	20,20	0,8	15x1	4	0,04	3,2	15,6	12,47	706,05	721,72	721,72
2	646,00	37,03	7,65	15x1	7,9	0,08	60,435	2,5	7,99	0	68,43	790,15

Návrh prednastavenia ventilu: 790,15 - 84,10 = 706,05 Pa, 20,20 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S1B na základný okruh												
1	1050,57	60,22	3,25	15x1	22,3	0,13	72,475	18,8	158,72	1056,02	1287,22	1287,22

Návrh prednastavenia ventilu: 1287,22 - 231,20 = 1056,02 Pa, 60,22 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (7)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S12A na základný okruh												
1	749,70	42,98	0,85	15x1	8,9	0,09	7,565	16,2	65,55	1397,25	1470,37	1470,37

Návrh prednastavenia ventilu: 1470,37 - 73,12 = 1397,25 Pa, 42,98 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (4)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.I+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S9 po základný okruh												
1	373,50	21,41	6,25	15x1	4,9	0,05	30,625	15,9	19,86	1399,88	1450,36	1450,36
2	1333,80	76,46	8,4	18x1	13,3	0,11	111,72	2,5	15,11	0	126,83	1577,19

Návrh prednastavenia ventilu: 1577,19 - 177,31 = 1399,88 Pa, 21,41 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S10 po základný okruh												
1	533,70	30,59	2,1	15x1	5,9	0,06	12,39	18,5	33,27	1406,04	1451,70	1451,70
2	960,30	55,05	0,65	18x1	5,6	0,08	3,64	0,9	2,88	0	6,52	1458,22
3	1333,80	76,46	8,4	18x1	13,3	0,11	111,72	1,2	7,25	0	118,97	1577,19
Návrh prednastavenia ventilu: 1577,19 - 171,15 = 1406,04 Pa, 30,59 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S11 po základný okruh												
1	426,60	24,45	1,35	15x1	4,9	0,05	6,615	15,9	19,86	1421,07	1447,54	1447,54
2	960,30	55,05	0,65	18x1	5,6	0,08	3,64	2,2	7,03	0	10,67	1458,22
3	1333,80	76,46	8,4	18x1	13,3	0,11	111,72	1,2	7,25	0	118,97	1577,19
Návrh prednastavenia ventilu: 1577,19 - 156,12 = 1421,07 Pa, 24,45 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S13A po základný okruh												
1	712,22	40,83	15,95	15x1	8,9	0,09	141,955	18,5	74,86	2224,17	2440,98	2440,98
2	1424,43	81,65	7,45	18x1	13,3	0,11	99,085	1,2	7,25	0	106,34	2547,32
Návrh prednastavenia ventilu: 2547,32 - 323,15 = 2224,17 Pa, 40,83 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S13B po základný okruh												
1	712,22	40,83	8,95	15x1	8,9	0,09	79,655	18,5	74,86	2286,47	2440,98	2440,98
2	1424,43	81,65	7,45	18x1	13,3	0,11	99,085	1,2	7,25	0	106,34	2547,32
Návrh prednastavenia ventilu: 2547,32 - 260,85 = 2286,47 Pa, 40,83 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S14 na základný okruh												
1	527,00	30,21	13,5	15x1	5,9	0,06	79,65	16,2	29,13	2741,25	2850,03	2850,03
Návrh prednastavenia ventilu: 2850,03 - 108,78 = 2741,25 Pa, 30,21 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S12B po základný okruh												
1	749,70	42,98	8,6	15x1	8,9	0,09	76,54	21,1	85,38	3509,36	3671,28	3671,28
2	1276,70	73,18	6,5	18x1	10,3	0,1	66,95	4,8	23,98	0	90,93	3762,21
Návrh prednastavenia ventilu: 3762,21 - 252,85 = 3509,36 Pa, 42,98 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (3)												

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.I+Z+\Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie úseku od miestnosti S16 po základný okruh												
1	527,00	30,21	12,45	15x1	5,9	0,06	73,455	21,1	37,95	3559,88	3671,28	3671,28
2	1276,70	73,18	6,5	18x1	10,3	0,1	66,95	4,8	23,98	0	90,93	3762,21
Návrh prednastavenia ventilu: 3762,21 - 202,33 = 3559,88 Pa, 30,21 kg/h - prednastavenie VK z diagramu (2)												

2.9.5 Dimenzovanie potrubia solárneho systému

Č. ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	Celk. Strata (Pa/m)	v (m/s)	R.I (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzovanie solárneho potrubia								
1	6104,00	230,00	5	15x1	564	0,48	2820	2820,00
2	12208,00	460,00	4,7	18x1	704	0,64	3308,8	6128,80
3	18312,00	690,00	0,85	22x1	492	0,61	418,2	6547,00
4	24416,00	920,00	4,7	28x1,5	288	0,52	1353,6	7900,60
5	30520,00	1150,00	4,7	28x1,5	460	0,66	2162	10062,60
6	36624,00	1380,00	29,85	28x1,5	640	0,79	19104	29166,60
7	36624,00	1380,00	2,65	28x1,5	640	0,79	1696	30862,60

2.10 Návrh čerpadiel

Pre výpočet dopravnej výšky používam vzťah 10 metrov vodného stĺpca = 100 kPa.

Grafy čerpadiel sú vygenerované zo stránok výrobcu čerpadiel Grundfos. [30]

Okruh - 1. Trieda

Hmotnostný prietok $M = 524,98 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 0,525 \text{ m}^3/\text{h}$

Dispozičný pretlak $\Delta p_{\text{dis}} = 10,625 \text{ kPa}$

Zmiešavací ventil Regulus LK 840 3/4F $K_{\text{vs}} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata zmiešavacieho ventilu $\Delta p_{\text{zv}} = 1,723 \text{ kPa}$

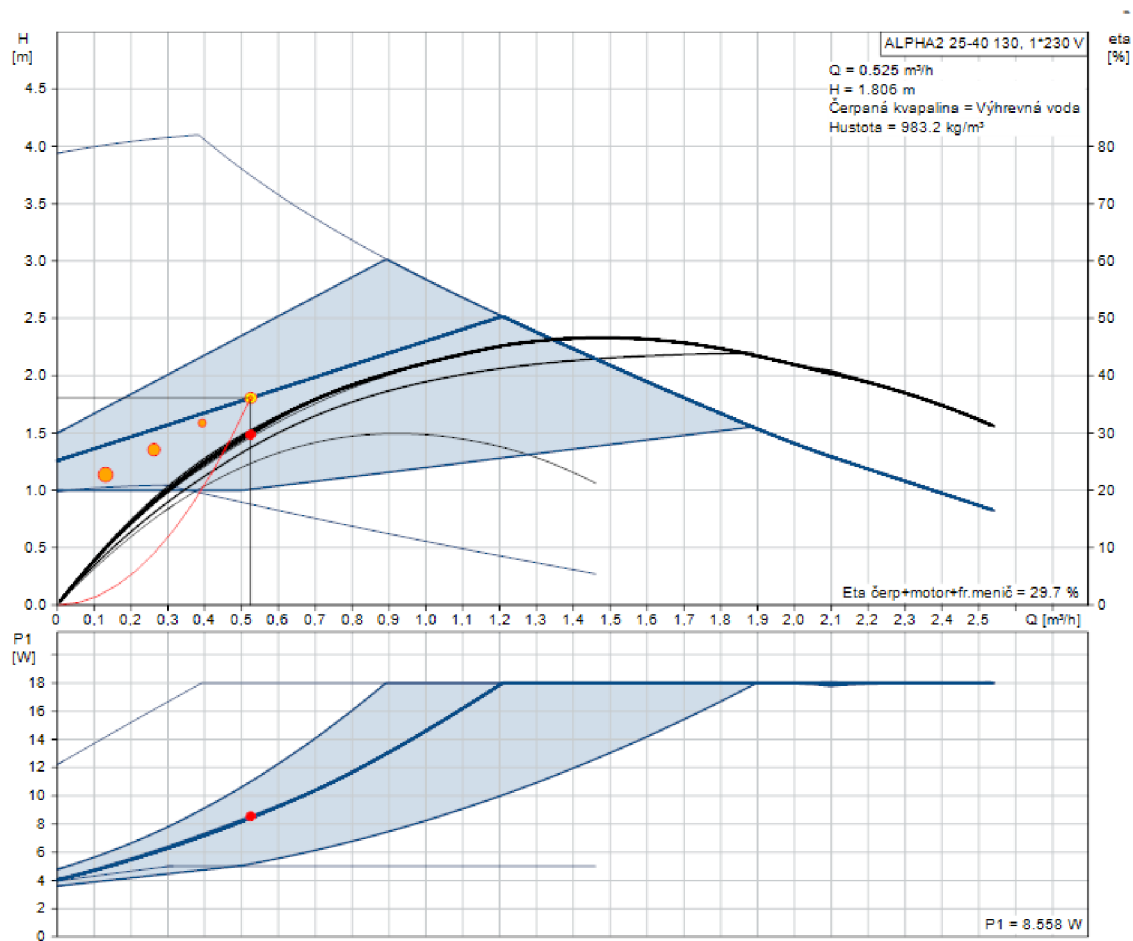
Regulačný ventil NexusValveVertex DN20 $K_{\text{vs}} = 4,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata regulačného ventilu $\Delta p_{\text{rv}} = 5,714 \text{ kPa}$ (otvorenie na 6,2)

Celková tlaková strata $\Delta p = \Delta p_{\text{dis}} + \Delta p_{\text{zv}} + \Delta p_{\text{rv}} = 10,625 + 1,723 + 5,714 = 18,062 \text{ kPa}$

Dopravná výška $h = 1,806 \text{ m}$

Navrhujem čerpadlo ALPHA2 25-40 130 (6/4")



Obrázok 2. 3 - Graf čerpadla na okruhu 1. Trieda

Okruh - 2. Trieda

Hmotnostný prietok $M = 539,39 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 0,539 \text{ m}^3/\text{h}$

Dispozičný pretlak $\Delta p_{\text{dis}} = 14,741 \text{ kPa}$

Zmiešavací ventil Regulus LK 840 3/4F $K_{\text{vs}} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata zmiešavacieho ventilu $\Delta p_{\text{zv}} = 1,818 \text{ kPa}$

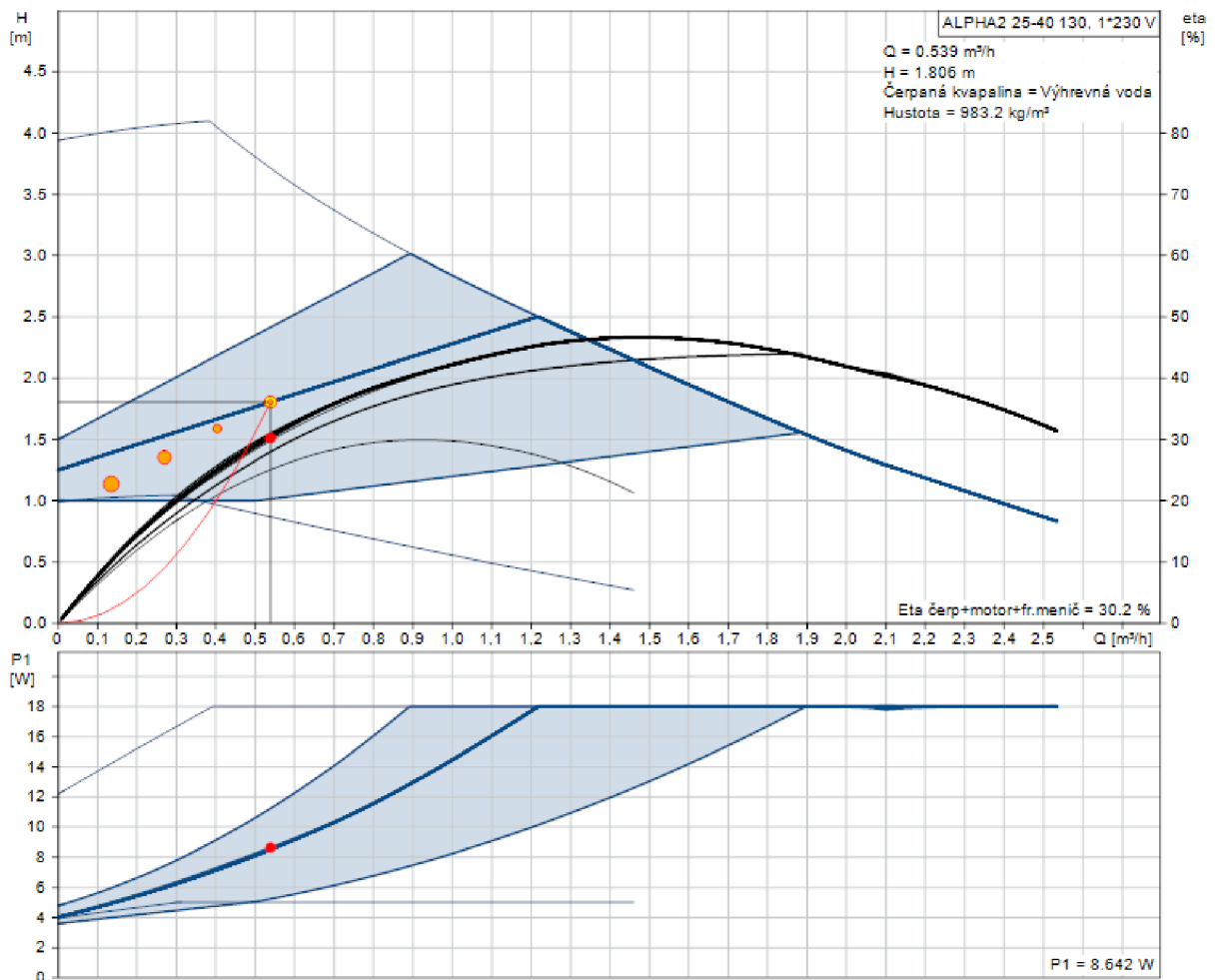
Regulačný ventil NexusValveVertex DN20 $K_{\text{vs}} = 4,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata regulačného ventilu $\Delta p_{\text{rv}} = 1,503 \text{ kPa}$ (plné otvorenie)

Celková tlaková strata $\Delta p = \Delta p_{\text{dis}} + \Delta p_{\text{zv}} + \Delta p_{\text{rv}} = 14,741 + 1,818 + 1,503 = 18,062 \text{ kPa}$

Dopravná výška $h = 1,806 \text{ m}$

Navrhujem čerpadlo ALPHA2 25-40 130 (6/4")



Obrázok 2. 4 - Graf čerpadla na okruhu 2. Trieda

Okruh – 2.NP + 1.NP stred

Hmotnostný prietok $M = 1036,78 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 1,037 \text{ m}^3/\text{h}$

Dispozičný pretlak $\Delta p_{\text{dis}} = 8,811 \text{ kPa}$

Zmiešavací ventil Regulus LK 840 3/4F $K_{\text{vs}} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata zmiešavacieho ventilu $\Delta p_{\text{zv}} = 6,718 \text{ kPa}$

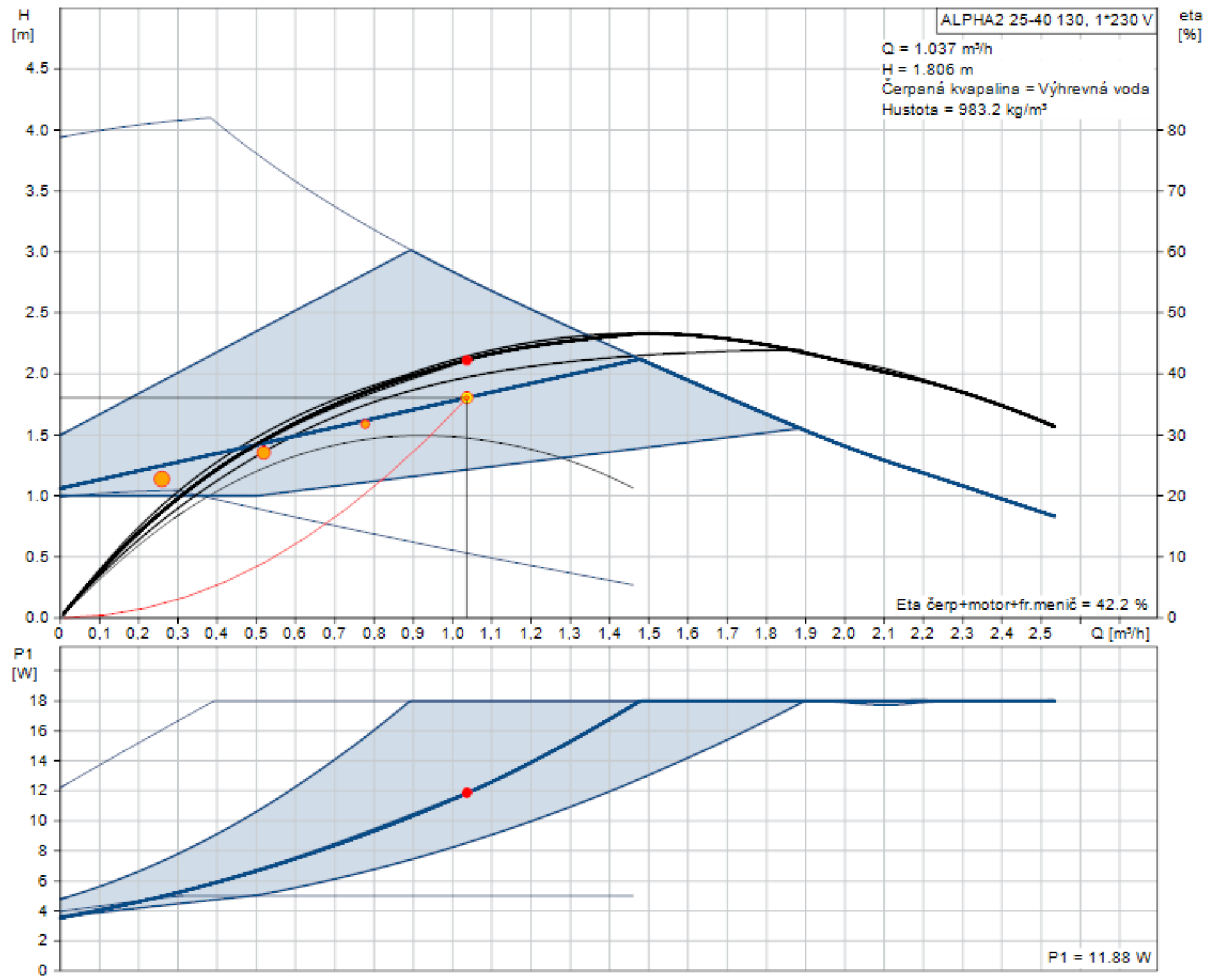
Regulačný ventil NexusValveVertex DN25 $K_{\text{vs}} = 7,46 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata regulačného ventilu $\Delta p_{\text{rv}} = 2,533 \text{ kPa}$ (otvorenie na 9,0)

Celková tlaková strata $\Delta p = \Delta p_{\text{dis}} + \Delta p_{\text{zv}} + \Delta p_{\text{rv}} = 8,811 + 6,718 + 2,533 = 18,062 \text{ kPa}$

Dopravná výška $h = 1,806 \text{ m}$

Navrhujem čerpadlo ALPHA2 25-40 130 (6/4")



Obrázok 2. 5 - Graf čerpadla na okruhu 2.NP+1.NP stred

Okruh - Suterén

Hmotnostný prietok $M = 518,77 \text{ kg/h} \Rightarrow V = 0,519 \text{ m}^3/\text{h}$

Dispozičný pretlak $\Delta p_{\text{dis}} = 6,869 \text{ kPa}$

Zmiešavací ventil Regulus LK 840 3/4F $K_{\text{vs}} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata zmiešavacieho ventilu $\Delta p_{\text{zv}} = 1,682 \text{ kPa}$

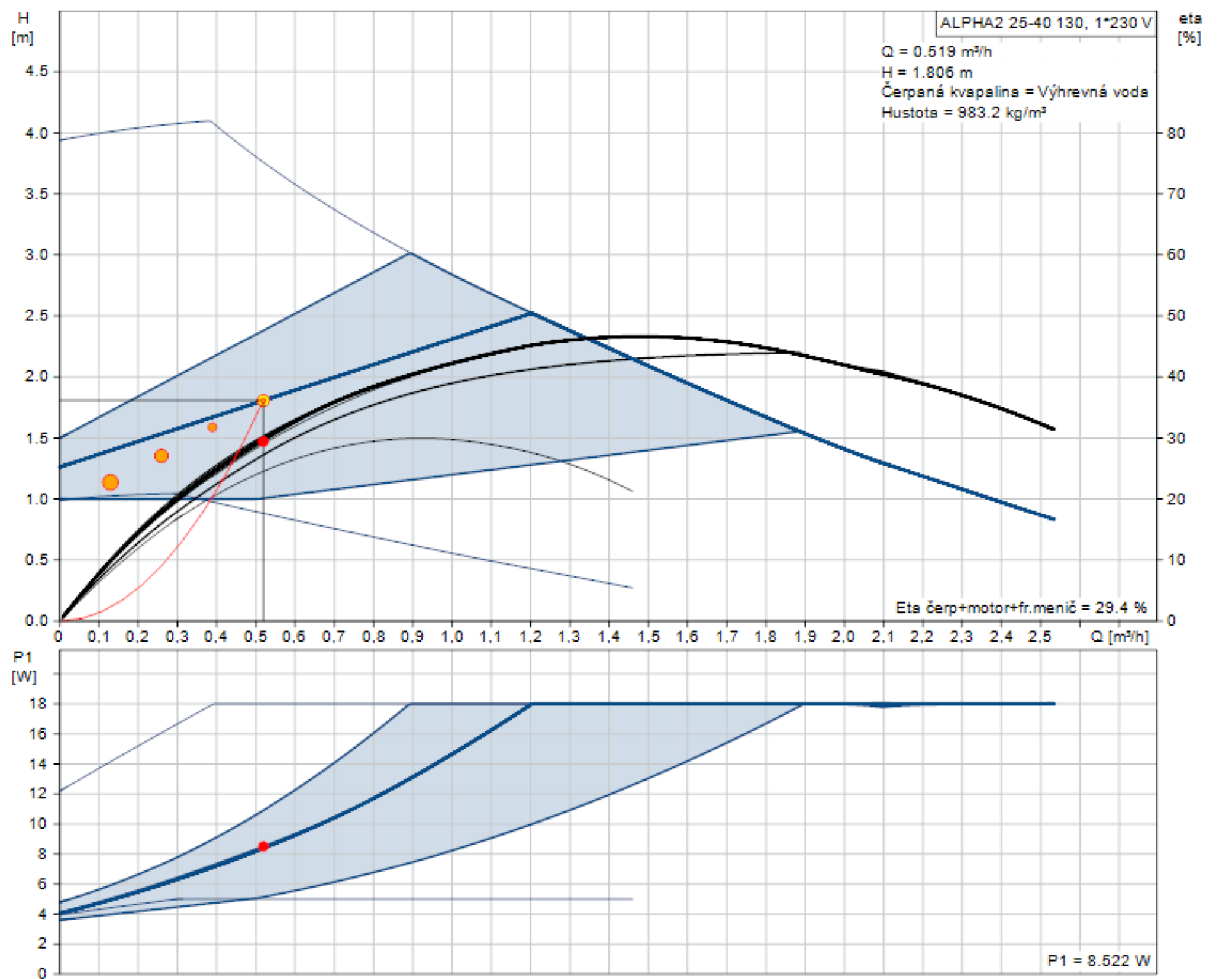
Regulačný ventil NexusValveVertex DN20 $K_{\text{vs}} = 4,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tlaková strata regulačného ventilu $\Delta p_{\text{rv}} = 9,511 \text{ kPa}$ (otvorenie na 5,0)

Celková tlaková strata $\Delta p = \Delta p_{\text{dis}} + \Delta p_{\text{zv}} + \Delta p_{\text{rv}} = 6,869 + 1,682 + 9,511 = 18,062 \text{ kPa}$

Dopravná výška $h = 1,806 \text{ m}$

Navrhujem čerpadlo ALPHA2 25-40 130 (6/4")



Obrázok 2. 6 - Graf čerpadla na okruhu suterénu

2.11 Návrh zabezpečovacích zariadení

2.11.1 Návrh expanznej nádoby

- Objem vody v sústave $V_o = 613,4 \text{ l}$
- Výška sústavy $h = 6 \text{ m}$
- Výška manometrickej roviny $h_{MR} = 1 \text{ m}$
- Maximálna teplota vody $t_{max} = 60 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow n = 0,0166$

Expanzný objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 613,4 \cdot 0,0166 = 13,24 \text{ l}$$

Najnižší pretlak

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 6 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 64,75 \text{ kPa}$$

⇒ Volím $p_d = 80 \text{ kPa}$

Najvyšší pretlak

$$p_{h,dov} < p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 400 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 390 \text{ kPa}$$

⇒ Volím $p_h = 300 \text{ kPa}$

Predbežný objem

$$V_{ep} = V_e \cdot [(p_h + 100) / (p_h - p_d)] = 13,24 \cdot [(300 + 100) / (300 - 80)] = 24,07 \text{ l}$$

Navrhujem expanznú nádobu Aquafill objemom 35 litrov.

Priemer expanzného potrubia $d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 73,9^{0,5} = 15,16 \text{ mm}$

Navrhujem potrubie priemeru DN 18.

PREVEDENIE NA NOHÁCH S VÝMENNÝM VAKOM*		HS 035
OBJEM	l	35
PRIEMER	mm	320
VÝŠKA	mm	525
PRIPOJENIE	–	3/4" M
MAX.PRACOVNÝ TLAK	bar	5

Obrázok 2. 7 - Tabuľka expanznej nádoby Aquafill [31]

2.11.2 Návrh poistných ventilov

Poistný ventil pri kotli GC9000iW (6,6-49,9 kW)

Prierez sedla poistného ventilu

$$A_o = Q_p / (\alpha_w \cdot K) = 49,9 / (0,684 \cdot 1,26) = 43,09 \text{ mm}^2$$

Ideálny priemer sedla

$$d_i = \sqrt{[(4 \cdot A_o) / \pi]} = \sqrt{[(4 \cdot 43,09) / 3,14]} = 7,41 \text{ mm}$$

Priemer skutočného hrdla

$$d_o = a \cdot d_i = 1,23 \cdot 7,41 = 9,11 \text{ mm}$$

Profil vstupného a výstupného poistného potrubia

$$D_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 49,9^{0,5} = 24,89 \text{ mm}$$

Navrhujem poistný ventil DN25 (rozhoduje vstupné poistné potrubie), 1" x 1 1/4"

Otvárací pretlak 300 kPa.

Poistný ventil pri kotli GC2300iW 24 kW

Prierez sedla poistného ventilu

$$A_o = Q_p / (\alpha_w \cdot K) = 24 / (0,684 \cdot 1,26) = 27,85 \text{ mm}^2$$

Ideálny priemer sedla

$$d_i = \sqrt{[(4 \cdot A_o) / \pi]} = \sqrt{[(4 \cdot 27,85) / 3,14]} = 5,95 \text{ mm}$$

Priemer skutočného hrdla

$$d_o = a \cdot d_i = 1,23 \cdot 5,95 = 7,32 \text{ mm}$$

Profil vstupného a výstupného poistného potrubia

$$D_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 24^{0,5} = 21,85 \text{ mm}$$

Navrhujem poistný ventil DN25 (rozhoduje vstupné poistné potrubie), 1" x 1 1/4"

Otvárací pretlak 300 kPa.

Tabuľka technických údajů

Typové označení	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 ± 10 % Při p_o nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" x 1/2"	15	177	0,540	200; 250; 300; 600; 800
1/2" x 3/4"	15	177	0,540	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
3/4" x 3/4"	20	177	0,580	200; 250; 300; 600; 800
3/4" x 1"	20	177	0,580	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000

Obrázok 2. 8 - Tabuľka poistných ventilov DUCO [32]

2.12 Potrubie

2.12.1 Návrh kompenzátorov

$$\alpha = 0,017 \text{ mm}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$\Delta t = 60 - 10 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

Lôžková miestnosť 118:

$$l = 5,30 \text{ m}$$

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t = 0,017 \cdot 5,30 \cdot 50 = 4,50 \text{ mm}$$

Navrhujem 1 kus kompenzačná vsuvka typ H 6, veľkosť 15mm, maximálna kompenzácia 7 mm.

Lôžková miestnosť 133:

$$l = 5,70 \text{ m}$$

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t = 0,017 \cdot 5,70 \cdot 50 = 4,85 \text{ mm}$$

Navrhujem 1 kus kompenzačná vsuvka typ H 6, veľkosť 15mm, maximálna kompenzácia 7 mm.

Viacúčelová miestnosť 209:

$$l = 8,20 \text{ m}$$

$$\Delta l = \alpha * l * \Delta t = 0,017 * 8,20 * 50 = 6,95 \text{ mm}$$

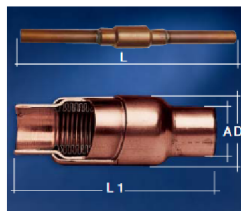
Navrhujem 1 kus kompenzačná vsuvka typ H 6, veľkosť 15mm, maximálna kompenzácia 7 mm.

Spoločenská miestnosť 213:

$$l = 10,20 \text{ m}$$

$$\Delta l = \alpha * l * \Delta t = 0,017 * 10,20 * 50 = 8,70 \text{ mm}$$

Navrhujem 2 kusy kompenzačná vsuvka typ H 6, veľkosť 22mm, maximálna kompenzácia 7 mm.



Kompenzačná vsuvka H 6

(Vykurovanie do 3 barov 120 °C)

Na oboch stranách prípojka pre prispájkovanie, zdvih + 7 mm, materiál: medené objímky, bronzový mech.

Maximálna teplota ohrevu pri spájkovaní 300 °C!

Montážní rozměry:

A	D	L1	DA	L	Obj. číslo
∅ 15	25	70	7	230	62220
∅ 18	29	70	7	230	62230
∅ 22	34	70	7	230	62240
∅ 28	38	70	7	230	62250
∅ 35	50	80	7	230	62260

Obrázok 2. 9 - Parametre kompenzačnej vsuvky [33]

2.12.2 Návrh izolácií potrubia

Návrhové hodnoty:

Teplota média $t_{in} = 60 \text{ °C}$

Teplota okolného vzduchu $t_i = 20 \text{ °C}$

Rel. vlhkosť $\varphi = 65 \%$

Materiál potrubia: meď

Materiál izolácie: PAROC Section AluCoat T

DN Dxt	Minimálna hr. Izolácie (mm)	Navrhovaná hr. Izolácie (mm)	λ (W/mK)
15x1	22,2	30	0,15
18x1	27,5	30	0,15
22x1	34,5	40	0,15
28x1,5	44,9	50	0,15
42x1,5	69,3	80	0,15

Izolácia potrubia bola navrhnutá pomocou kalkulátoru na stránkach tzb-info.cz [34]

Z dôvodu nových poznatkov po návrhu dimenzií a izolácie potrubia v miestnostiach s nedostatočnou hrúbkou izolácie navrhujem zvýšenie vrstvy TI z 50 mm na 120 mm.

2.13 Rozdeľovač a zberač

Je navrhnutý rozdeľovač a zberač HV70/125-5 od výrobcu Regulus s celkovou dĺžkou 1258 mm. Počet pripojených okruhov je 5. Kotlový okruh je napojený zospodu rozdeľovača a zberača.

Počet vykúr. okruhov	Typ	Objednávaci kód	Rozmery pre pripojenie				Dĺžka [mm]
			zdroje tepla	čerpádkové skupiny	bezpečnostné skupiny	expanzné nádoby ¹⁾	
2	HV 60/125-2	9507	1" M	1"M	nemožné pripojiť	nemožné pripojiť	508
	HV 60/125 SG-2	9186	1 "M	1"M	1"M	3/4" F	670
	HV 80/125-2	15857	2"M	5/4"M	nemožné pripojiť	nemožné pripojiť	625
3	HV 60/125-3	9508	1"M	1"M	nemožné pripojiť	nemožné pripojiť	758
	HV 60/125 SG-3	9187	1"M	1"M	1" M	3/4" F	920
	HV 80/125-3	17230	2"M	5/4"M	nemožné pripojiť	nemožné pripojiť	875
4	HV 70/125-4	9509	5/4"M	1"M	nemožné pripojiť	3/4" F	1008
5	HV 70/125-5	9510	5/4"M	1"M	nemožné pripojiť	3/4" F	1258
6	HV 70/125-6	9511	5/4"M	1"M	nemožné pripojiť	3/4" F	1508

Obrázok 2. 10 - Parametre rozdeľovača a zberača HV70 [35]

2.14 Vetrание kotolne

Spotrebiče v kotolni spadajú do kategórie C a preto nie sú na vetranie žiadne požiadavky z hľadiska normy.

Výmenu vzduchu v technickej miestnosti bude zabezpečovať vzduchotechnické zariadenie, ktoré však nie je predmetom tejto práce.

2.15 Ročná potreba tepla

Vykurovanie – pokrytie tepelných strát prestupom tepla a prirodzeným vetraním

Vstupné hodnoty

$$t_i = 20 \text{ °C}$$

$$t_e = -12 \text{ °C}$$

$$Q_T = 44,21 \text{ kW}$$

$$t_{is} = 19 \text{ °C}$$

$$t_{es} = 4,0 \text{ °C}$$

$$t_{em} = 13 \text{ °C}$$

Merná tepelná strata prestupom a infiltráciou

$$H_{T+i} = Q_T / \Delta t = 44\,210 / 32 = 1382 \text{ W/K}$$

Požadovaná (využiteľná) energie = potreba

$$E = 24 * \epsilon * D * H_{T+i} = 24 * 0,544 * 3480 * 1382 * 10^{-6} = 62,79 \text{ MWh/r}$$

$$\epsilon = e_i * e_t * e_d = 0,85 * 0,80 * 0,80 = 0,544$$

$$D = d * (t_{is} - t_{es}) = 232 * (19 - 4,0) = 3480 \text{ K*dni}$$

Spotrebovaná energia = spotreba

$$E_{UT} = E / (\eta_{zdroj} * \eta_{distr}) = 62,79 / (0,95 * 0,95) = 69,57 \text{ MWh/r} = 250,46 \text{ GJ/r}$$

Príprava teplej vody

Vstupné údaje

$$V = 1,54 \text{ m}^3/\text{deň}$$

$$t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$$

Spôsob prípravy – zásobníkový ohrievač vody z plynovej kotolne

Požadovaná (využitelná) energia

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 1,54 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = \mathbf{80,60 \text{ kWh/deň}}$$

$$t_{1z} = 10 \text{ }^\circ\text{C} \quad t_{1l} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{korekce: } k_t = (t_{tv} - t_{1l}) / (t_{tv} - t_{1z}) = (55 - 15) / (55 - 10) = 0,89$$

Ročná potreba tepla

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d) = 80,60 \cdot 232 + 0,89 \cdot 80,60 \cdot (350 - 232) = \mathbf{27,16 \text{ MWh/r}}$$

Spotreba energie

$$E_{TV,SK} = E_{TV} / (\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}) = 27,16 / (0,9 \cdot 0,55) = \mathbf{54,87 \text{ MWh/r}}$$

2.16 Návratnosť solárneho systému

Vstupné hodnoty

Približná odhadovaná cena solárneho systému (v cene počítam s 24 panelmi, jedným zásobníkom teplej vody navyše, čerpadlovou skupinou a rozvodmi s montážou) = 600 000 Kč

Cena plynu (priemerná rok 2020) = 1350 Kč/MWh

Energia ročne pokrytá solárnym systémom pri účinnosti 63% = $54,87 \cdot 0,63 = \mathbf{35,12 \text{ MWh/r}}$

Ušetrené na plyne ročne

$$35,12 \cdot 1350 = \mathbf{47\,412 \text{ Kč/r}}$$

Návratnosť

$$600\,000 / 47\,412 = 12,6 \text{ roka}$$

Kvalitný systém vydrží aj 25-30 rokov. Viac ako 10 rokov šetríme cez 47 tisíc Kč ročne. To je približne o 10 tisíc viac ako priemerná hrubá mesačná mzda v Jihomoravskom kraji v roku 2020.

2.17 Technická správa

2.17.1 Úvod

Umiestnenie a popis objektu

Predmetom diplomovej práce je navrhnúť vykurovací systém materskej škôlky v Brne. Objekt má dve nadzemné podlažia a čiastočne podpivničený suterén. Na prvom nadzemnom podlaží sa nachádzajú vstupné priestory a priestory určené na prípravu jedál. Ďalej sa na prízemí nachádzajú priestory dvoch tried z ktorých každá je určená pre 20 detí. Priestory tried obsahujú aj hygienické zázemia, sklady hračiek a kancelárie pre učiteľky, a sú prepojené aj s vonkajšími priestormi pozemku. Na druhom nadzemnom podlaží sa nachádzajú veľké spoločné priestory ako je viacúčelová trieda a spoločenská miestnosť. Taktiež sa tam nachádzajú hygienické zázemia vrátane toalety pre imobilných a kancelária s riaditeľňou. V suteréne sa nachádzajú miestnosti ako práčovňa, sklad prádla, miestnosť pre upratovačku. Ďalej sú v suteréne hygienické zázemia, dielňa, sklad a technická miestnosť so strojovňou vzduchotechniky. Všetky podlažia sú výškovo prepojené jedným hlavným schodiskom a jedným výťahom.

Prevádzka budovy

Objekt slúži výhradne na prevádzku materskej škôlky (celoročne využívaný).

2.17.2 Podklady použité pre návrh vykurovania

Pre návrh boli použité výkresy: 1.NP, 2.NP, 3.NP, rez A-A´, rez B-B´

Projektová dokumentácia bola spracovaná v súlade s normami a vyhláškami, predovšetkým podľa:

Vyhláška č. 78/2013 Sb., O energetické náročnosti budov

Vyhláška č. 268/2006 Sb., O technických požiadavkách na stavby

ČSN 73 0540-2 Tepelně technické vlastnosti budov – Požadavky

ČSN EN 12 831-1 energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu

ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních tepelných soustav

ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 06 0320 Příprava teplé vody - Navrhování a projektování

TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení v budovách

NV 9/2013 Sb. (úprava NV 361/2007 Sb.) – Podmínky ochrany zdraví při práci

2.17.3 Tepelné straty

Tepelné straty miestností sú stanovené v súlade s ČSN EN 12 831-1. Návrhové teploty sú stanovené podľa hygienických predpisov s ohľadom na tepelnú pohodu obyvateľov objektu.

Klimatické podmienky

Výpočtová teplota exteriéru t_e =	-12 °C
Priemerná teplota exteriéru vo vykurovacom období t_{es} =	4,0 °C
Počet vykurovacích dní:	232 dní

Teploty v interiéri

Miestnosť s odpadkami:	5 °C
Zádveria, vonkajšie sklady hračiek:	15 °C
Technická miestnosť, VZT strojovňa:	15 °C
Práčovňa, sklad prádla:	15 °C
Kuchynky, výdaj jedla, sklad riadu:	20 °C
Chodby, šatne, schodisko:	20 °C
Kancelárie, riaditeľňa:	20 °C
Miestnosti s deťmi:	22 °C

Kúpeľne, WC, predsieni, umyvárne:

24 °C

Tepelne-technické vlastnosti konštrukcií

Obvodová stena S1:	U= 0,21 W/m ² K
Obvodová stena – suterén S2:	U= 0,21 W/m ² K
Vnútoraná stena nosná S3:	U= 1,78 W/m ² K
Vnútoraná stena nosná do kúpeľne S4:	U= 1,78 W/m ² K
Vnútoraná stena nenosná S5:	U= 2,22 W/m ² K
Vnútoraná stena nenosná do kúpeľne S6:	U= 2,21 W/m ² K
Vnútoraná stena nenosná do temperovaného priestoru S7	U= 0,73 W/m ² K
Podlaha na teréne P1:	U= 0,29 W/m ² K
Podlaha na teréne+hydroizolácia:	U= 0,29 W/m ² K
Podlaha na teréne P3:	U= 0,29 W/m ² K
Podlaha miestnosti s deťmi P4 (korková):	U= 0,47 W/m ² K
Podlaha nepobytové priestory P5 (keramická):	U= 0,49 W/m ² K
Podlaha hygienické miestnosti P6:	U= 0,49 W/m ² K

Tepelné straty budovy

Straty prestupom:	ϕ= 22,30 kW
Straty prirodzeným vetraním:	ϕ= 21,91 kW
Celkové straty budovy:	ϕ= 44,21 kW

Ročná spotreba tepla objektu

Na vykurovanie:	E _{UT} = 69,57 MWh/r
Na prípravu teplej vody:	E _{TV} = 54,87 MWh/r

Požadovaný tepelný výkon pre objekt

Na vykurovanie:

$Q_{VT} = 44,21 \text{ kW}$

Na prípravu teplej vody:

$Q_{TV} = 16,12 \text{ kW}$

2.17.4 Popis vykurovacej sústavy

V objekte je navrhnuté ústredné kúrenie s núteným obehom vody v každom vykurovacom okruhu. Systém vykurovania je navrhnutý s teplotným spádom 60/45 °C. Rozvody sú riešené ako dvojtrubkové, medené s tepelnou izoláciou. Na prízemí a druhom nadzemnom podlaží sú rozvody vedené v podlahe. V suteréne z časti v podlahe a z časti pod stropom. Vykurovacie okruhy sú rozdelené na okruh 1. triedy, okruh 2. triedy, okruh 2.NP+ stredná časť 1.NP a posledný okruh suterénu. Dĺžkové zmeny potrubia vplyvom teplotnej rozťažnosti materiálu na úsekoch dlhších ako 5 m budú riešené medenými kompenzačnými vsuvkami. Telesá sú navrhnuté doskové.

Príprava teplej vody je vo variante 1 navrhnutá v dvoch stacionárnych zásobníkoch teplej vody Regulus R2DC 200 s objemom 200 l, s dvomi smaltovanými integrovanými výmenníkmi s teplosmernou plochou 2x1 m², pričom jeden výmenník je napojený na solárny systém a druhý výmenník napojený na závesný kondenzačný kotol Bosch GC2300iW 24 s výkonom 24 kW.

Príprava teplej vody je vo variante 2 navrhnutá v stacionárnom zásobníku teplej vody Regulus RDC 200 s objemom 200 l, s jedným smaltovaným integrovaným výmenníkom s teplosmernou plochou 1 m² napojeným na závesný kondenzačný kotol Bosch GC2300iW 24 s výkonom 24 kW.

Zdroje tepla a teplej vody

Zdrojom tepla v objekte je závesný kondenzačný plynový kotol Condens GC9000iW 50 značky Bosch s menovitým výkonom 6,6-49,9 kW.

Vo variante 1 je záložným zdrojom na prípravu teplej vody osadený závesný kondenzačný plynový kotol Condens GC2300iW 24 s výkonom 24

kW. Hlavným zdrojom na prípravu teplej vody je solárny systém zložený z 24 kusov plochých solárnych panelov Vitosol 200-F, typu SV2F od výrobcu Veismann, ktorý dokáže pokryť ročne 63% potreby teplej vody.

Vo variante 2 je zdrojom na prípravu teplej vody osadený závesný kondenzačný plynový kotol Condens GC2300iW 24 s výkonom 24 kW.

Kotle sú v prevedení C zapojené kaskádovo. Odvod spalín a prívod spaľovacieho vzduchu je riešený koaxiálnym potrubím priemeru 80/125 mm napojeným na komín, ktorý je vyvedený nad strechu objektu. Kotle budú osadené pripojovacími sadami od výrobcu.

Zabezpečovacie zariadenia

Pre vykurovanie je navrhnutá expanzná nádoba Aquafill s objemom 35 l.

Na oboch kotloch sú navrhnuté poistné ventily DUCO DN25 1" x 1 ¼". S otváracími pretlakmi 300 kPa.

Vykurovacie telesá

V objekte budú nainštalované doskové telesá KORADO Radik VKU s pripojením zospodu vľavo a priamym H šróbením. Všetky telesá majú nainštalované odvzdušňovacie ventily. Regulácia telies je riešená termostatickými hlavicami Eberle typ RT 414.

Rozdeľovač a zberač

Rozdeľovač a zberač je navrhnutý združený, priamy. Celková dĺžka je 1 258 mm. Zhora sa napájajú štyri vykurovacie okruhy a jeden okruh k zásobníku teplej vody. Primárny kotlový okruh sa na rozdeľovač a zberač napája zospodu.

Vypúšťanie a plnenie sústavy

Vypúšťanie bude vykonávané vypúšťacími kohútmi osadenými na spodnej časti zvislých rozvodov. Kohúty na vypúšťanie sa budú nachádzať aj na expanznej nádobe, zásobníku teplej vody a na rozdeľovači a zberači. Vypustená voda bude odvádzaná podlahovou vpustou do kanalizácie.

Plnenie bude vykonávané vodovodnou vodou pomocou plniaceho zariadenia.

Čerpadlá

Čerpadlá zabezpečujú nútený obeh vody v sústave. Budú osadené na zvislých rozvodoch v technickej miestnosti. Na vykurovacích okruhoch sú navrhnuté čerpadlá ALPHA2 25-40 130 (6/4"). Pomocou osadených regulačných ventilov je tlaková strata na čerpadlách zaregulovaná na 18,062 kPa.

Na zabezpečenie obehu vody v okruhu solárneho systému je osadená čerpadlová skupina Solar-Divicon PS 10 od výrobcu Veissmann.

2.17.5 Montáž, uvedenie do prevádzky a skúšky sústavy

Inštaláciu zariadení a uvedenie do prevádzky musí prevádzať osoba spôsobilá k týmto úkonom, má odpovedajúce osvedčenia o kvalifikácii a oprávnenie vykonávať túto činnosť. Návod na uvedenie zariadení do prevádzky je udávaný v technickej dokumentácii k zariadeniam. Pred uvedením do prevádzky sústava musí prejsť viacerými skúškami.

Skúška tesnosti potrubia – sústava sa naplní vodou, odvzdušní a prezrie. Sústava musí takto zostať napustená minimálne šesť hodín. Počas danej doby sa na potrubí nesmie ukázať žiadna netesnosť, ani nesmie dôjsť k úniku teplotosnej látky či k poklesu tlaku. Uskutočňuje sa pred uskutočnením náterov a izolácií. Skúša sa tu najvyšší dovolený pretlak sústavy.

Dilatačná skúška – teplotosná látka (voda) sa ohreje na maximálnu pracovnú teplotu a potom sa nechá vychladnúť na teplotu okolného vzduchu. Postup sa dvakrát opakuje. Sleduje sa maximálna teplotná rozťažnosť potrubia.

Vykurovací skúška – Pri tejto skúške sa kontroluje správne fungovanie armatúr a vykurovacích telies za účelom zistenia funkčnosti zariadenia sústavy.

2.17.6 Spôsob obsluhy a ovládanie

Zariadenie je určené pre občasnú obsluhu jednou osobou, ktorá je oboznámená a poučená s bezpečnostnými podmienkami zariadenia

technickej miestnosti a musí mať prístup k návodom na obsluhu dielčích komponentov systému. Táto osoba musí byť zaškolená v obsluhu zariadení a primárne kontroluje správnu funkciu systému.

2.17.7 Požiadavky na ostatné profesie

Stavebné práce

- Príprava skladby podláh pre vedenie potrubia v objekte
- Realizácia priestoru v podlahe miestnosti S12 kvôli možnosti vypúšťania okruhu suterénu

Zdravotechnika

- Zaistenie prívodu vody na doplňovanie vykurovacieho systému
- Nutné zaistiť odvod kondenzátu z kaskádového zapojenia kotlov
- Zaistiť napojenie ohrievača teplej vody na vodovodné a cirkulačné potrubie
- Napojenie podlahovej vpuste na kanalizáciu

Elektroinštalácie

- Zabezpečenie možnosti napojenia kotlov, úpravy vody, automatického dopúšťania, obehových čerpadiel a riadenia prípravy teplej vody na elektrickú sieť

Vzduchotechnika

- Zhotovenie systému núteného vetrania technickej miestnosti a miestností s návrhovou teplotou prívodného vzduchu 20 °C.

Plynovodné inštalácie

- Potrebné zhotovenie prívodného potrubia zemného plynu pre kotle

2.17.8 Bezpečnosť a ochrana zdravia a životného prostredia

Požiarna bezpečnosť

Pre zaistenie bezpečnosti pri inštalácii a prevádzke vzduchotechnických zariadení v miestnostiach s núteným vetraním sa bude postupovať v zmysle zákona ČSN 73 0872 – Požiarna bezpečnosť stavieb. Ochrana stavieb proti šíreniu požiaru vzduchotechnickými zariadeniami.

Bezpečnosť pri realizácii

Bezpečnosť pri realizácii v zmysle zákona 262/2006 v znení neskorších predpisov a vyhlášky 324/1990 – Bezpečnosť práce a technických zariadení pri stavebných prácach.

Bezpečnosť pri prevádzke

Zariadenia má dovolené obsluhovať jedine osoba ktorá je v danej tématike poučená a zaškolená. Zhotoviteľ je povinný predať obsluhu zariadenia všetky návody a pokyny na obsluhu. Obsluhujúca osoba je povinná sa pri prehliadkach a servisných úkonoch riadiť podľa daných pokynov.

3 EXPERIMENTÁLNE RIEŠENIE

Táto časť práce sa zaoberá meraním a následným porovnávaním nameraných hodnôt solárnych panelov nachádzajúcich sa na budove školy a solárneho zásobníka, ktorý sa nachádza v budove E.

3.1 Vstupné dáta

3.1.1 Exteriérové podmienky v dňoch merania

Namerané hodnoty podľa online archívu.[36]

Pondelok 3.8.2020								
Typ stanice	Stanica	Maximálna teplota [°C]	Minimálna teplota [°C]	Náraz vetra [km/h]	Zrážky [mm]	Slnečný svit [hod]	Najvyšší tlak [hPa]	Najvyššia vlhkosť [%]
Klimatická	Brno-Tuřany	20,6	16,3	-	17	0,4	-	-
Súkromná	Brno-Lesná	21,4	16,6	-	17,3	-	1014,4	99
Súkromná	VUT FAST	22,4	17,1	-	-	-	-	-

Utorok 4.8.2020								
Typ stanice	Stanica	Maximálna teplota [°C]	Minimálna teplota [°C]	Náraz vetra [km/h]	Zrážky [mm]	Slnečný svit [hod]	Najvyšší tlak [hPa]	Najvyššia vlhkosť [%]
Klimatická	Brno-Tuřany	17,5	14,1	-	10,7	0	-	-
Súkromná	Brno-Lesná	17,8	13,7	-	11,7	-	1019	99
Súkromná	VUT FAST	17,5	13,8	-	-	-	-	-

Štvrtok 6.8.2020								
Typ stanice	Stanica	Maximálna teplota [°C]	Minimálna teplota [°C]	Náraz vetra [km/h]	Zrážky [mm]	Slnečný svit [hod]	Najvyšší tlak [hPa]	Najvyššia vlhkosť [%]
Klimatická	Brno-Tuřany	25,6	15,1	-	0	6,2	-	-
Súkromná	Brno-Lesná	26,1	15,8	-	0	-	1024,5	100
Súkromná	VUT FAST	28	15,1	-	-	-	-	-

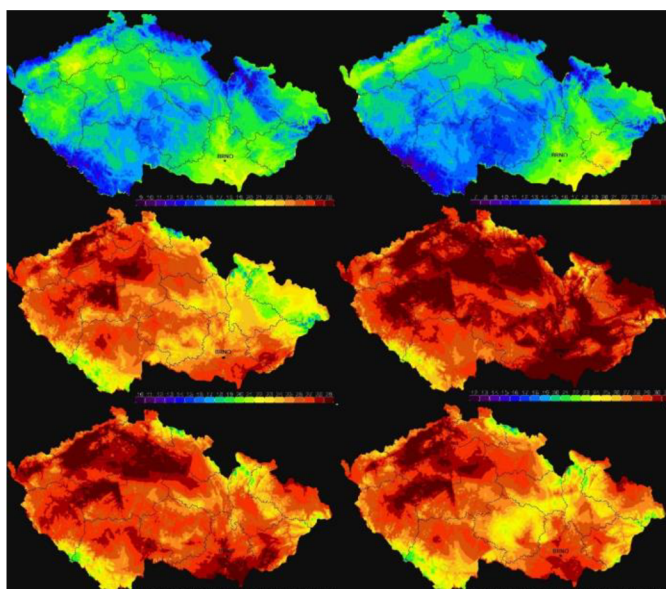
Piatok 7.8.2020								
Typ stanice	Stanica	Maximálna teplota [°C]	Minimálna teplota [°C]	Náraz vetra [km/h]	Zrážky [mm]	Slnečný svit [hod]	Najvyšší tlak [hPa]	Najvyššia vlhkosť [%]
Klimatická	Brno-Tuřany	32,3	15,1	-	0	12,2	-	-
Súkromná	Brno-Lesná	31,8	16,5	-	0	-	1025	99
Súkromná	VUT FAST	36,1	16,3	-	-	-	-	-

Sobota 8.8.2020								
Typ stanice	Stanica	Maximálna teplota [°C]	Minimálna teplota [°C]	Náraz vetra [km/h]	Zrážky [mm]	Slniečny svit [hod]	Najvyšší tlak [hPa]	Najvyššia vlhkosť [%]
Klimatická	Brno-Tuřany	31,8	17,1	33,5	0	12,2	-	-
Súkromná	Brno-Lesná	32	17,8	-	0	-	1024,3	99
Súkromná	VUT FAST	35,3	17,1	-	-	-	-	-

Nedeľa 9.8.2020								
Typ stanice	Stanica	Maximálna teplota [°C]	Minimálna teplota [°C]	Náraz vetra [km/h]	Zrážky [mm]	Slniečny svit [hod]	Najvyšší tlak [hPa]	Najvyššia vlhkosť [%]
Klimatická	Brno-Tuřany	32,2	17	-	0	12,7	-	-
Súkromná	Brno-Lesná	32,8	21,3	-	0	-	1022	100
Súkromná	VUT FAST	35,9	18,5	-	-	-	-	-

Pondelok 10.8.2020								
Typ stanice	Stanica	Maximálna teplota [°C]	Minimálna teplota [°C]	Náraz vetra [km/h]	Zrážky [mm]	Slniečny svit [hod]	Najvyšší tlak [hPa]	Najvyššia vlhkosť [%]
Klimatická	Brno-Tuřany	31,7	17,7	-	0	10,1	-	-
Súkromná	Brno-Lesná	32,4	19,7	-	0	-	1020,3	99
Súkromná	VUT FAST	32,8	18,8	-	-	-	-	-

Grafy priebehu teplôt v ČR pre všetky dni merania o 15:00:



Obrázok 3. 1 - Priebeh teplôt v ČR

3.1.2 Použité zariadenie

3.1.2.1 Plochý kolektor – Solárny termický kolektor KPC 1 BP

Stručný popis – Solárny plochý lýrový kolektor KPC 1 BP, hliníkový plášť, solárne prizmatické sklo, celomedeny absorbér s galvanicky nanosenou vrstvou čierneho chrómu na nikel.[37]

Na budove sú inštalované dva kusy tohto kolektora.

Rozmery:	1000x2000x96 mm
Hrubá plocha:	2,00 m ²
Plocha apertúry:	1,87 m ²
Pripojenie:	4x Cu 22 mm
Objem kvapaliny:	2 l
Účinnosť η_0 :	0,778 (ČSN EN 12 975)
Menovitý výkon:	1 178 W
Súčiniteľ tepelnej straty a_1 :	4,207 W/m ² K (ČSN EN 12 975)
Súčiniteľ tepelnej straty a_2 :	0,024 W/m ² K (ČSN EN 12 975)
Max. prevádzková teplota:	120 °C
Max. prevádzkový pretlak:	0,6 Mpa
Pohltivosť absorbéru α :	0,94
Emisivita absorbéru ε :	0,08
Selektivita absorbéru α / ε :	11,75
Výrobca:	Regulus spol. s.r.o.



Obrázok 3. 2 - Solárny kolektor KPC 1 BP

3.1.2.2 Trubicový kolektor – Solárny termický kolektor KTU 10

Stručný popis – Solárny kolektor vákuový KTU 10, s 10 U trubicami, borosilikátové sklo.[38]

Na budove je inštalovaný jeden kus tohto kolektora.

Rozmery:	920x1970x141 mm
Hrubá plocha:	1,81 m ²
Plocha apertúry:	0,934 m ²
Pripojenie:	4x Cu 22 mm
Objem kvapaliny:	1,7 l
Účinnosť η_0 :	0,827 (ČSN EN 12 975)
Menovitý výkon:	692,67 W
Súčiniteľ tepelnej straty a_1 :	2,516 W/m ² K (ČSN EN 12 975)

Súčiniteľ tepelnej straty a_2 :	0,011 W/m ² K (ČSN EN 12 975)
Max. prevádzková teplota:	120 °C
Max. prevádzkový pretlak:	0,6 Mpa
Pohltivosť absorbéru α :	0,92
Emisivita absorbéru ε :	0,08
Selektivita absorbéru α / ε :	11,5
Výrobca:	Regulus spol. s.r.o.

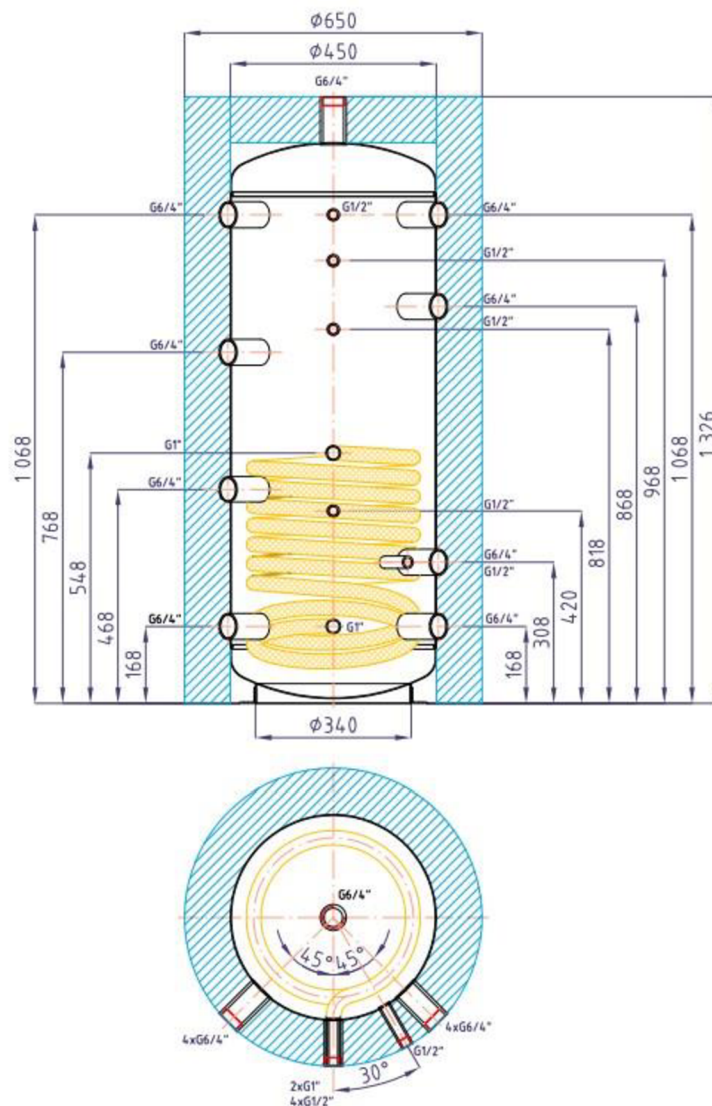


Obrázok 3. 3 - Solárny kolektor KTU 10

3.1.2.3 Zásobník – Akumulačná nádrž Regulus PSW 200 N

Celkový objem kvapalín v nádrži:	182 l
Objem kvapaliny v nádrži:	176 l
Objem kvapaliny vo výmenníku:	6,0 l

Plocha výmenníku:	1,0 m ²
Max. prevádzková teplota v nádrži:	95 °C
Max. prevádzková teplota vo výmenníku:	110 °C
Max. prevádzkový tlak v nádrži:	4 bar
Max. prevádzkový tlak vo výmenníku:	10 bar
Hmotnosť prázdnej nádrže:	65 kg



Obrázok 3. 4 - Rozmery zásobníka PSW 200 N[39]

3.1.2.4 Kvapalina – Kolekton P Super

Stručný popis – Ide o teplotnosnú kvapalinu s nízkym bodom tuhnutia vhodnou do všetkých typov slnečných kolektorov. Kvapalina je na báze monopropylenglykolu (1,2 propandiolu) s prídavkom nejedovatých inhibítorov korózie a stabilizátorov pre dosiahnutie tepelnej stability a predĺženej životnosti.[40]

Zámrzná teplota: -30 °C

Pri nižších teplotách sa vytvára ľadová kaša bez trhavých účinkov

Pracovné teploty: do 230 °C (do 2,5 MPa)

Krátkodobá teplota prehriatia: 300 °C, diferenciál pH<0,11

Teplota varu v normálnych podmienkach: 105 °C

pH: 7,0-8,0

Parametre v teplotných režimoch -30°C až +100°C:

Teplota [°C]	Hustota [°C]	Kin. Viskozita [°C]	Tep. kapacita [°C]	Tep. vodivosť [°C]	Prandtov o číslo
-30	1066	110	3,37	0,38	1100
0	1052	20	3,52	0,38	105
20	1038	5	3,61	0,38	50
40	1025	3,5	3,69	0,38	25
60	1010	2	3,76	0,38	15
80	992	1,1	3,81	0,38	10
100	976	0,7	3,86	0,38	7

Ďalšie parametre

Dynamická viskozita (mPa.s): -30 °C 150
0 °C 21

	20 °C	5
Index lomu (pri 25 °C):	-30 °C	10
	-5 °C	0,6
Bod varu pri podtlaku 0,5 atm:		86 °C

Závislosť pretlaku systému na teplote varu:

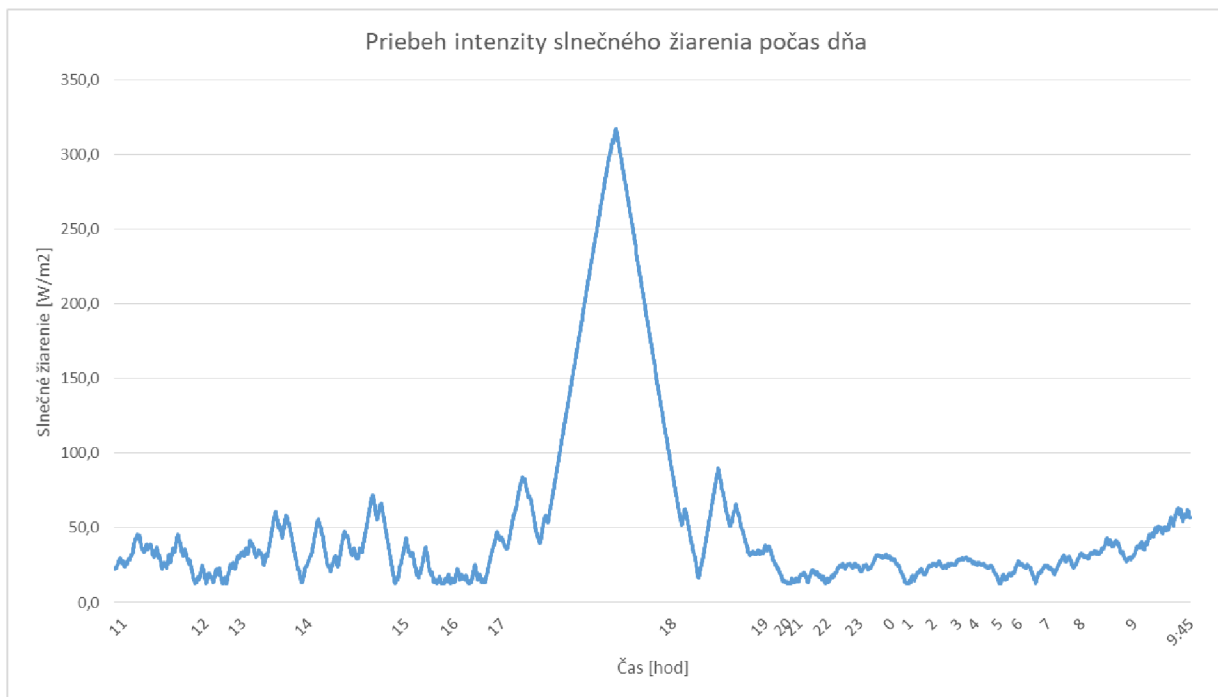
atm	Mpa	°C
0	0,1	105
1	0,2	126
2	0,3	143
3	0,4	157
4	0,5	168
5	0,6	176
10	1,1	205
15	1,6	220
20	2,1	225
25	2,6	230

3.2 Spracovanie nameraných dát

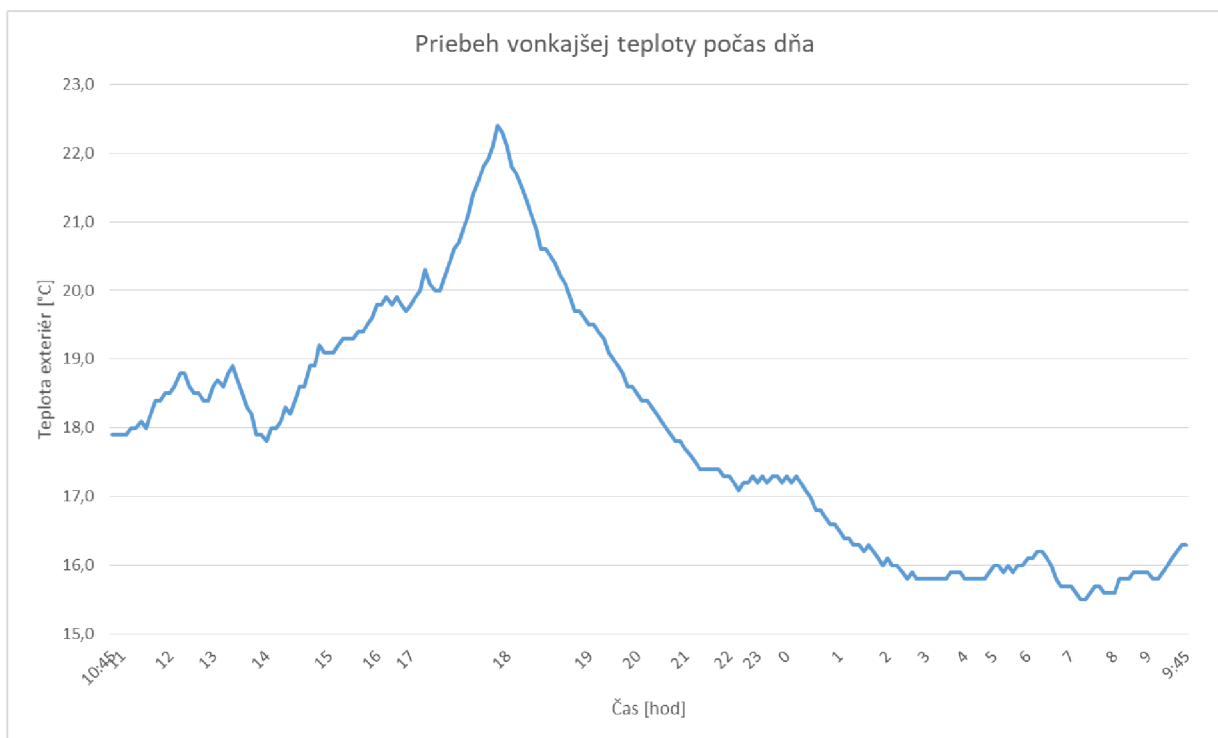
Namerané dáta sú spracované pomocou programu MS Excel.

3.2.1 Prvý deň (3.8.2020) – Trubicový kolektor KTU10

Prvý deň merania ako môžeme vidieť nižšie na grafoch intenzity slnečného žiarenia a priebehu vonkajšej teploty bolo počasie nepriaznivé. Väčšinu dňa oblačno s pomerne nízkymi teplotami exteriéru. Slnko vyšlo len na krátku dobu medzi 17 a 18 hodinou. Tým sa rapídne zvýšilo zaznamenané žiarenie viac ako šesťnásobne no iba krátkodobo.

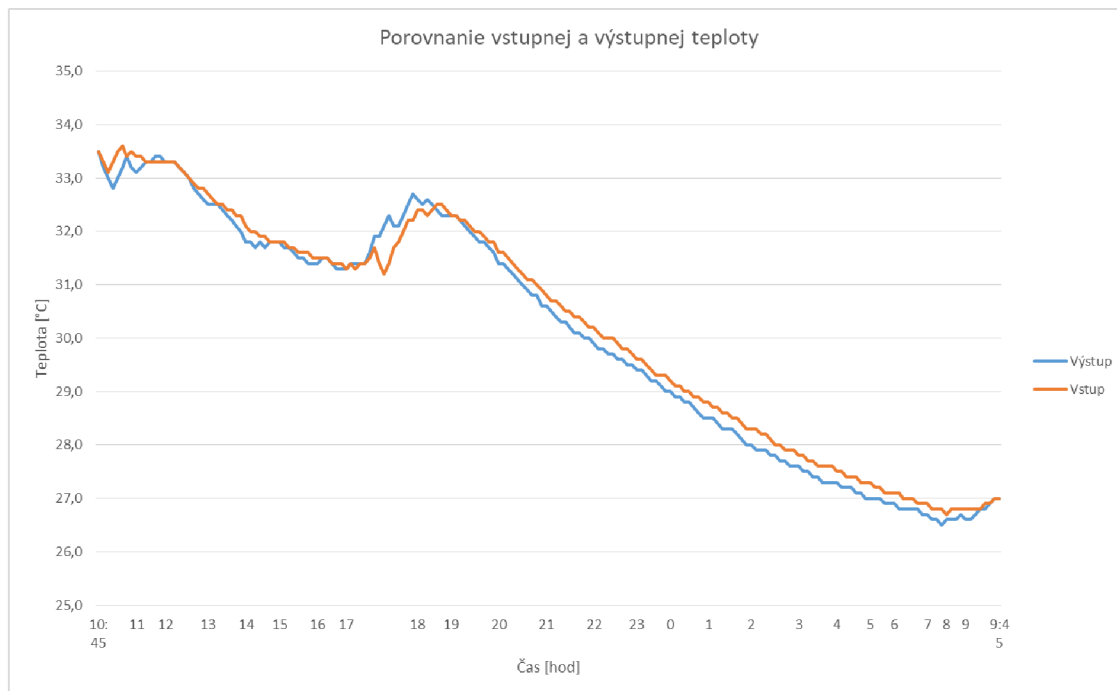


Obrázok 3. 5 - Graf intenzity - deň prvý



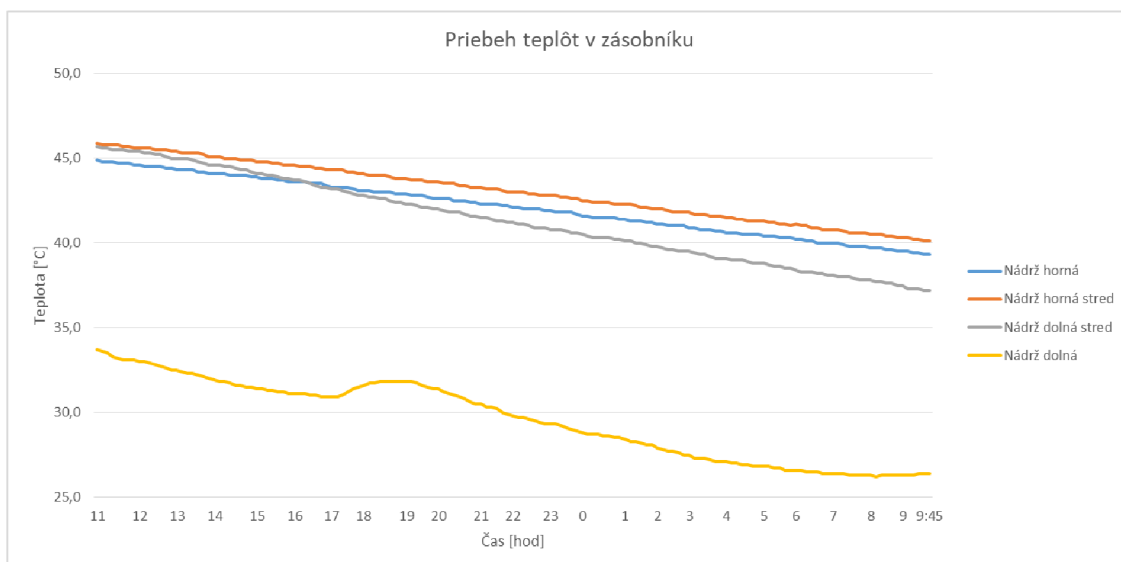
Obrázok 3. 6 - Graf teplôt exteriéru - deň prvý

Na nasledujúcom grafe na nachádzajú porovnané teploty zaznamenané na vstupnom potrubí do kolektora a výstupnom potrubí z kolektora. Kvôli nízkym teplotám exteriéru a nízkemu slnečnému žiareniu sa teploty na vstupe a výstupe počas celého dňa približne prekrývajú, kolektor nebol schopný naberať energiu na ohrev. Vidíme, že okolo 17 až 18 hodiny kedy boli podmienky najpriaznivejšie sa teplota na výstupe mierne navýšila no stále minimálna zmena.



Obrázok 3. 7 - Graf vstup/výstup - deň prvý

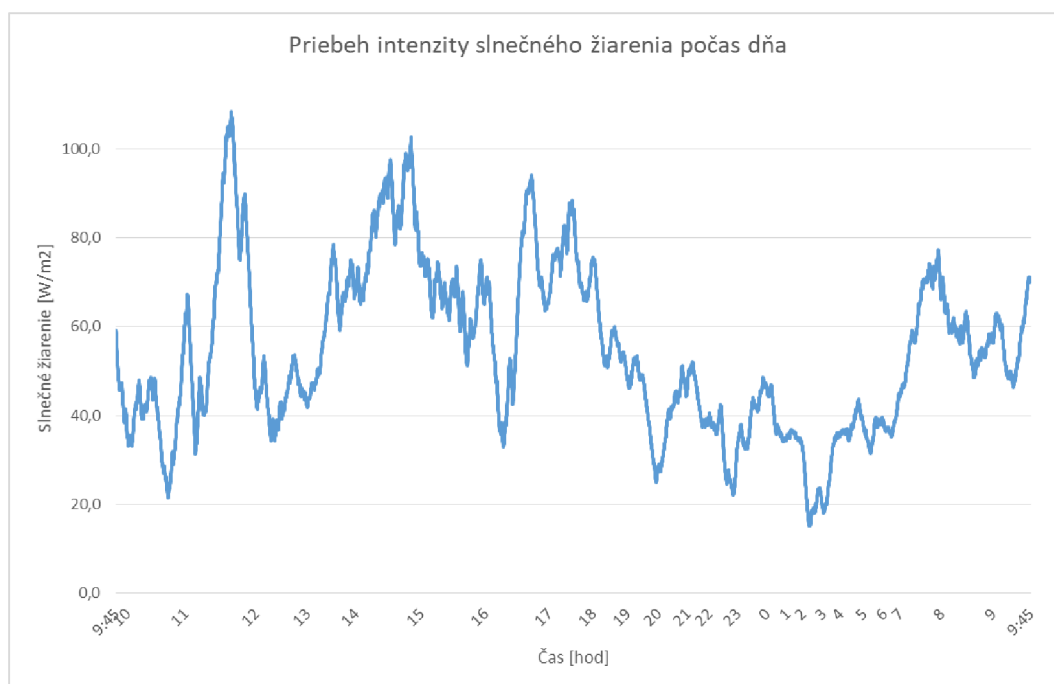
Na grafe priebehu teplôt v zásobníku vidíme, že už na začiatku merania bola teplota vody v hornej časti zásobníka na hodnote okolo 45°C, a keďže teplota výstupného potrubia kolektora sa počas celého dňa pohybovala len medzi hodnotami 26°C až 34°C tak voda v zásobníku chladla. V spodnej časti zásobníka priebeh teplôt približne odpovedá teplotám na vstupnom potrubí do kolektora.



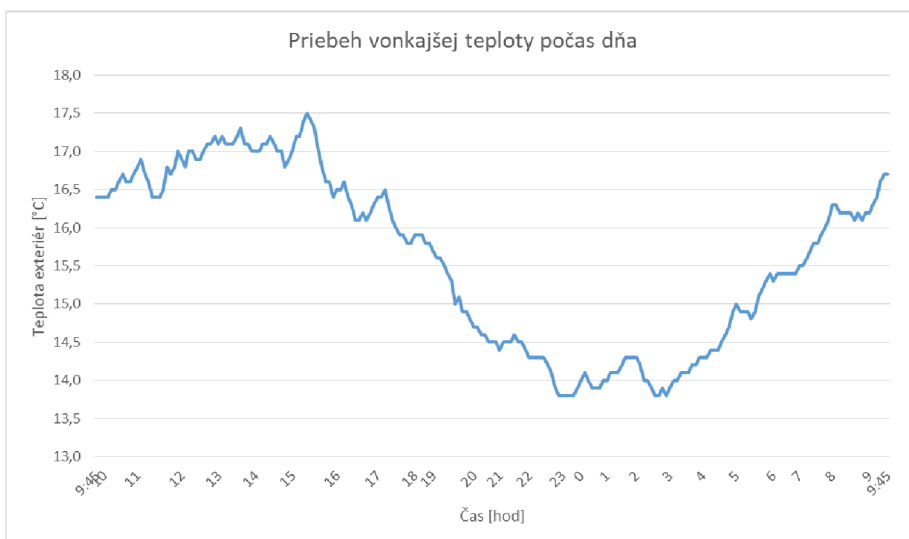
Obrázok 3. 8 - Graf teplôt v zásobníku - deň prvý

3.2.2 Druhý deň (4.8.2020) – Plochý kolektor KPC 1 BP

Druhý deň merania podobne nepriaznivé počasie ako v deň prvý. Oblačno a chladno po celý deň a na grafe intenzity slnečného žiarenia vidíme, že sa maximálna denná hodnota tentokrát dostala len mierne cez 100 W/m². Priemerné žiarenie bolo len okolo 50 W/m². Teplota exteriéru dosiahla maximum 17,5°C.

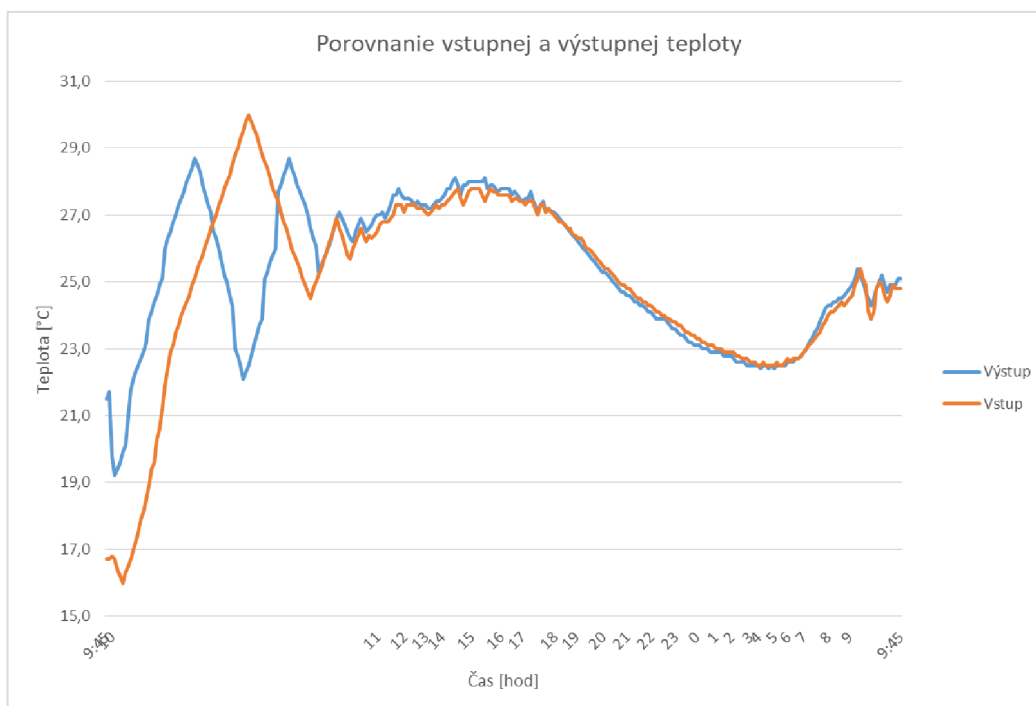


Obrázok 3. 9 - Graf intenzity - deň druhý



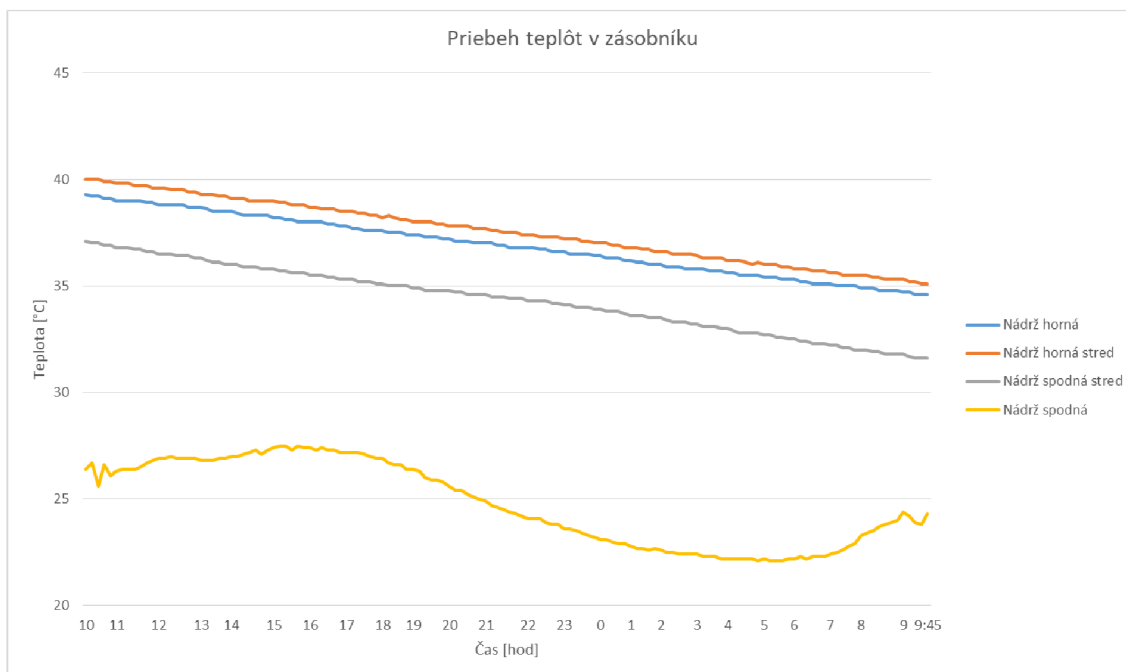
Obrázok 3. 10 - Graf teplôt exteriéru - deň druhý

Na začiatku grafu vidíme, že kolektor začína nabiehať, no teploty na vstupe a výstupe sa ustálili až okolo 11 hodiny. Od asi 11 hodiny do 18 hodiny bol kolektor aspoň minimálne schopný zohriať kvapalinu (krivka výstupu nad krivkou vstupu) aj keď bola teplota exteriéru a dopadajúce žiarenie ešte nižšie ako prechádzajúci deň. Za toto vďačí tento kolektor dvojnásobne väčšej ploche apertúry v porovnaní s kolektorom trubicovým.



Obrázok 3. 11 - Graf vstup/výstup - deň druhý

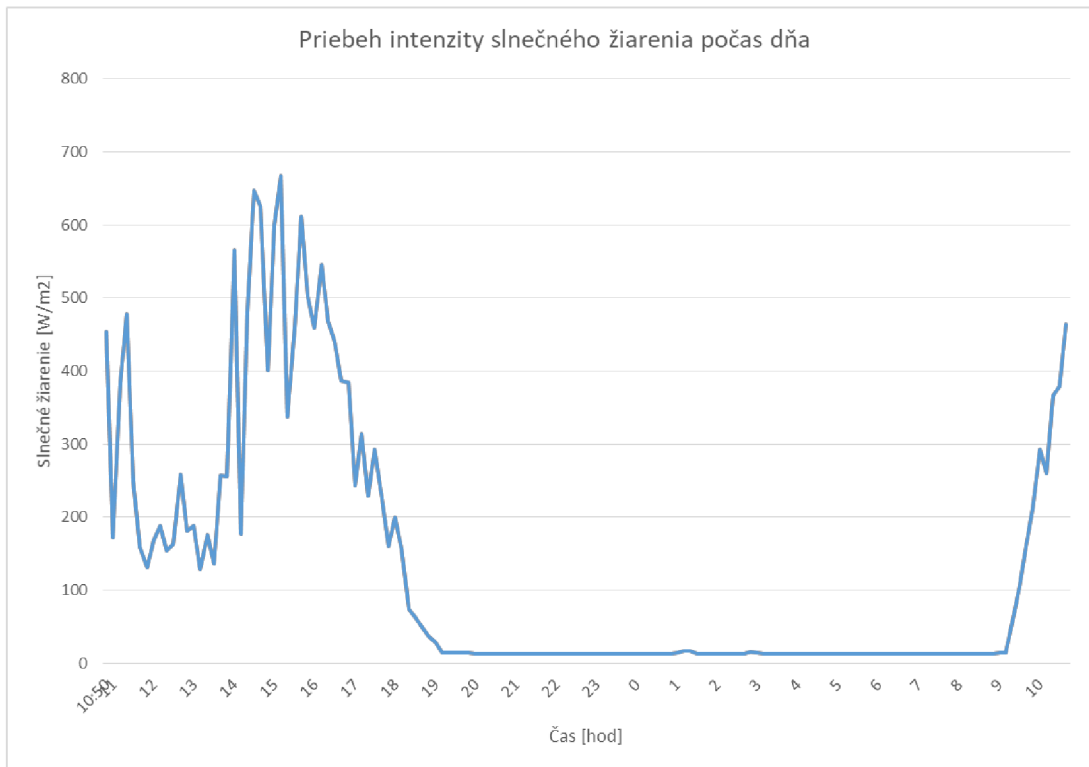
Na grafe priebehu teplôt v zásobníku vidíme, že teplota vody na začiatku druhého dňa sa stále držala na hodnote 40°C. Tento kolektor teda taktiež nebol v týchto exteriérových podmienkach zvýšiť teplotu vody a teda teploty v hornej časti zásobníka počas dňa naďalej lineárne klesali. Priebeh teplôt v spodnej časti odpovedá priebehu teplôt na vstupnom potrubí do kolektora (po ustálení).



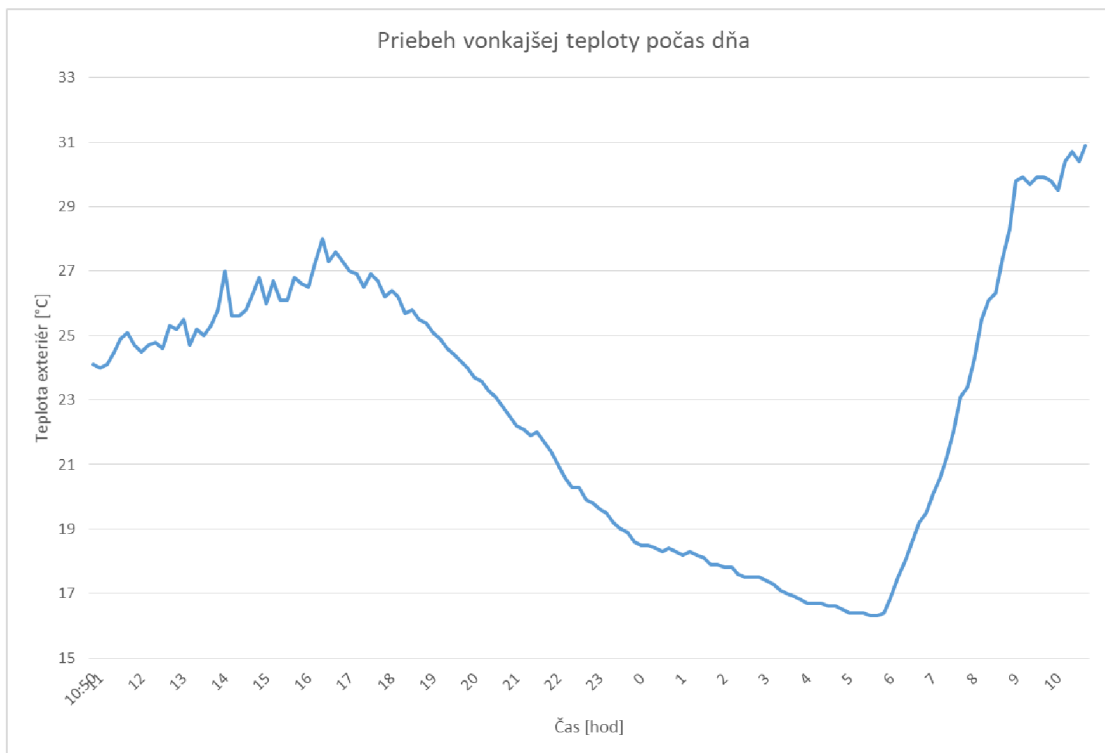
Obrázok 3. 12 - Graf teplôt v zásobníku - deň druhý

3.2.3 Tretí deň (6.8.2020) – Kolektory pracujú spoločne

Tretí deň meraní sa začalo počasie zlepšovať. Podľa nameraných hodnôt stanicou Brno-Tuřany bola doba slnečného svitu rapidne dlhšia ako predchádzajúce dni a dostala sa až na viac 6 hodín. Podľa grafu intenzity môžeme povedať že najintenzívnejšie slnečné žiarenie bolo zachytené medzi 14tou až 17tou hodinou a dosahovalo hodnôt cez 650 W/m². Maximálna nameraná teplota exteriéru dňa 6.8 bola až 28°C.

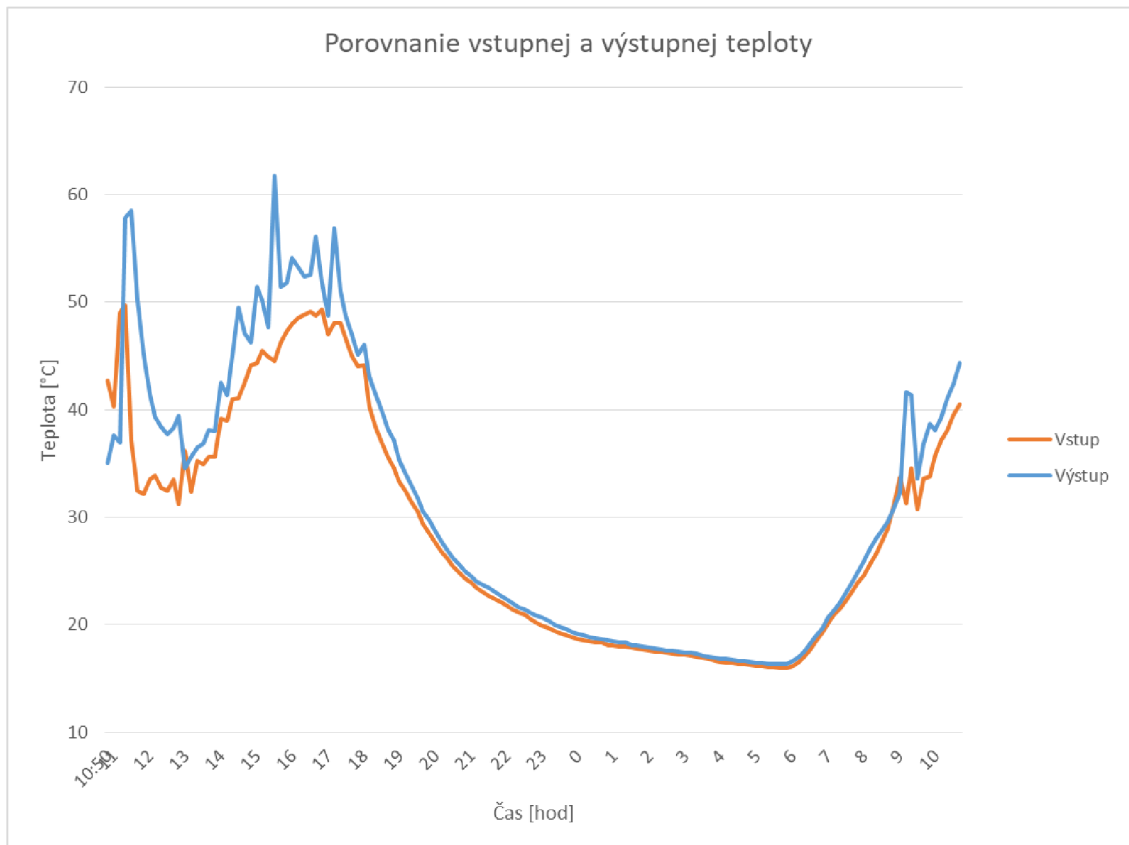


Obrázok 3. 13 - Graf intenzity - deň tretí



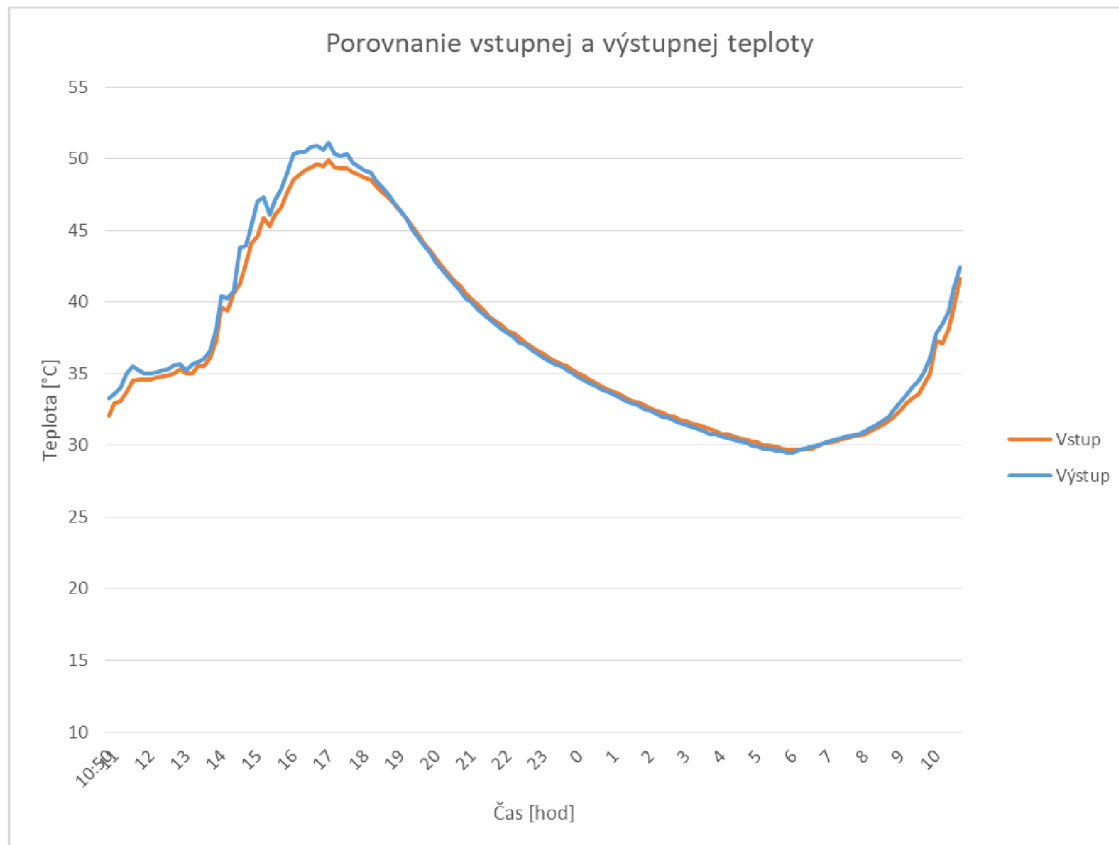
Obrázok 3. 14 - Graf teplôt exteriéru - deň tretí

Na grafe porovnania vstupného a výstupného potrubia pri trubicovom kolektore vidíme, že krivka vstupu približne kopíruje krivku intenzity slnečného žiarenia. Najvyšší rozdiel teplôt vstupu a výstupu je o 16tej hodine, no všeobecne pozorujeme oveľa vyššie rozdiely v teplotách počas dňa ako v predchádzajúcich dvoch dňoch.



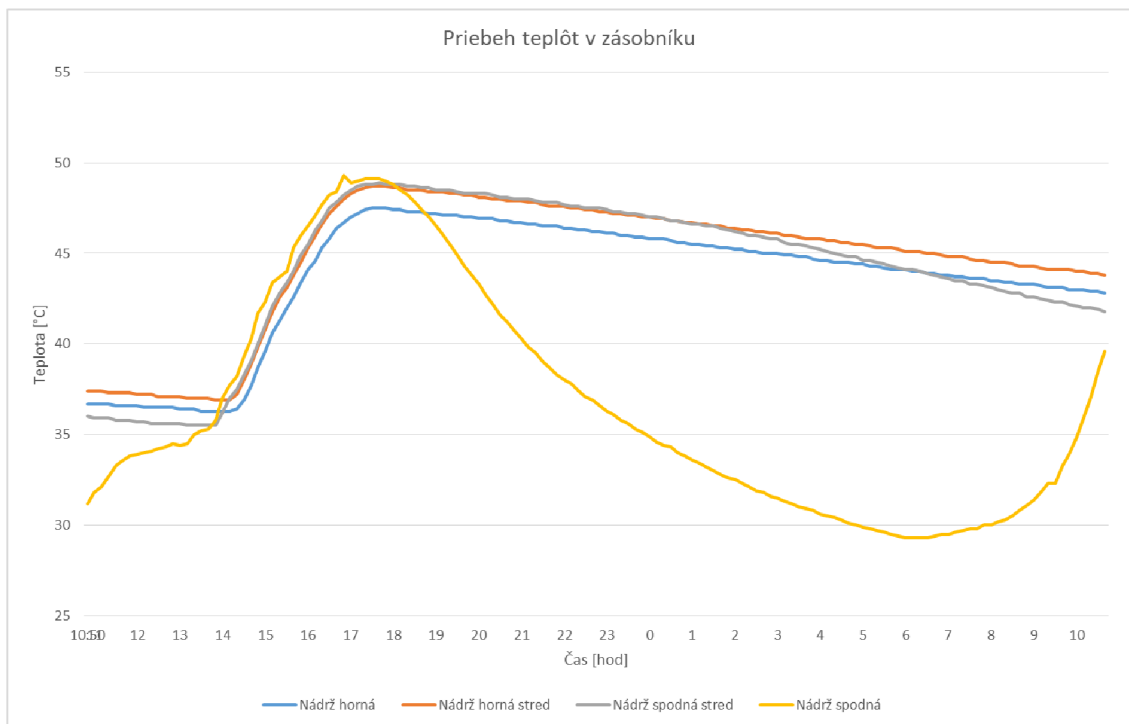
Obrázok 3. 15 - Graf vstup/výstup (trubicový) - deň tretí

Pri plochom kolektore už rozdiely niesú také markantné, čo je spôsobené tým, že exteriérové podmienky sú lepšie no stále nedostatočné na lepšiu funkcionálnosť tohto plochého kolektora. Môžeme však pozorovať, že počas celého dňa sa krivka vstupu nachádza pod krivkou výstupu, takže kolektor pracuje.



Obrázok 3. 16 - Graf vstup/výstup (plochý) - deň tretí

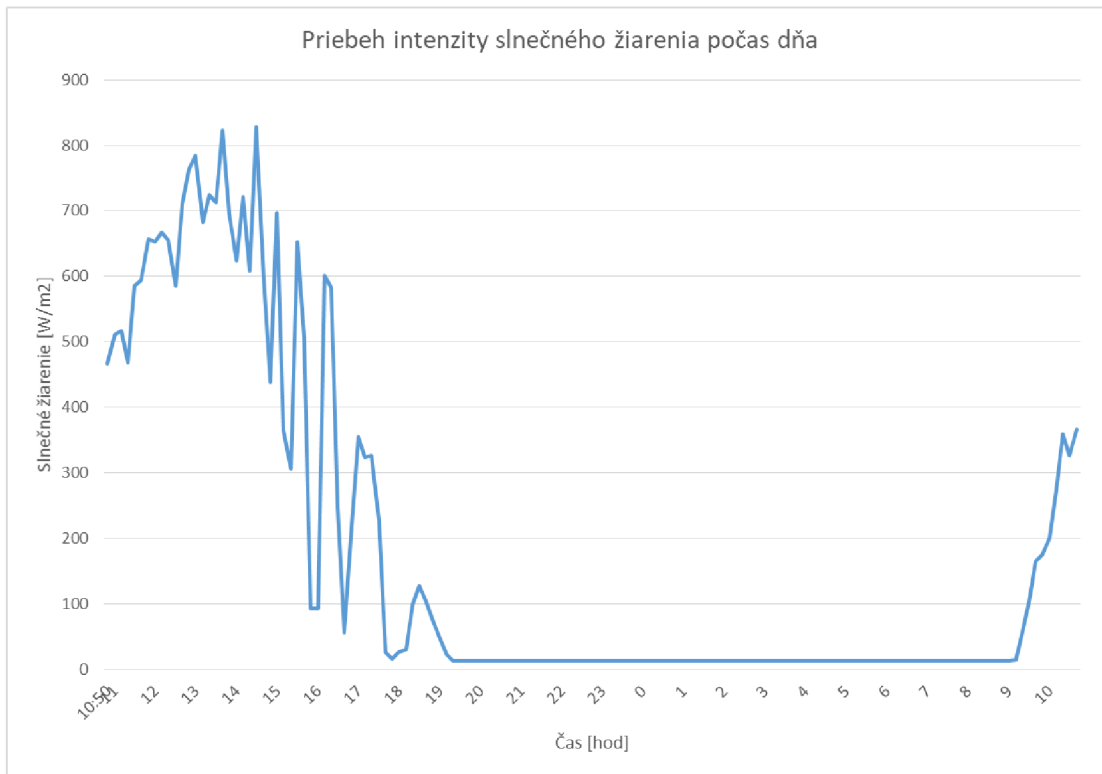
Priebeh teplôt v zásobníku ukazuje, že teploty v hornej časti lineárne klesali až do chvíle kedy sa nezačala okolo 14tej hodiny rýchlo zvyšovať teplota na výstupe z kolektora vplyvom vysokej intenzity slnečného žiarenia. Vtedy sa začala voda v zásobníku ohrievať až dokým zase teplota na výstupe okolo 18tej hodiny nezačala klesať (na grafe tieto body vidíme tam kde krivka „Nádrž spodná“ pretína ostatné krivky zásobníka). Odvtedy pozorujeme opätovné chladnutie vody v zásobníku.



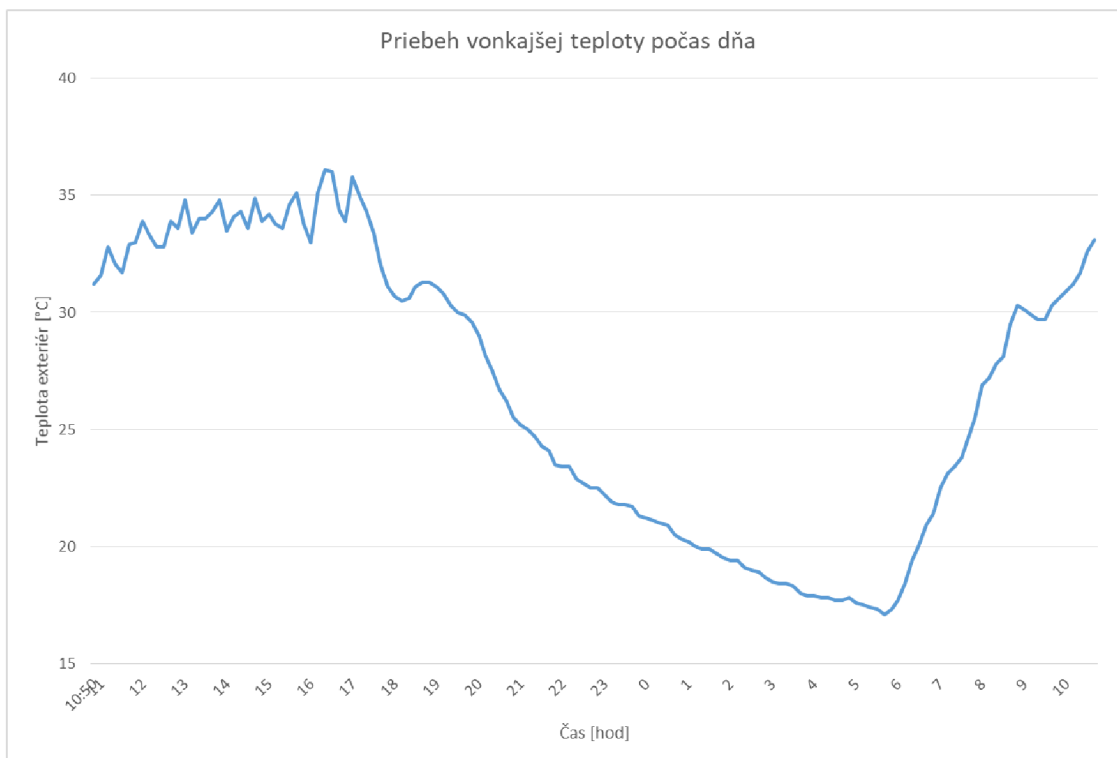
Obrázok 3. 17 - Graf teplôt v zásobníku - deň tretí

3.2.4 Štvrtý deň (7.8.2020) - Kolektory pracujú spoločne

Štvrtý deň bol dňom s najvyššími vstupnými exteriérovými hodnotami. Podľa stanice Brno-Tuřany sa doba slnečného svitu navýšila až na hodnoty vyššie ako 12 hodín. Graf intenzity slnečnej energie sa vyšplhal až cez 800 W/m² a maximálna nameraná denná teplota bola na 36,1°C podľa grafu priebehu teploty exteriéru. Priemerná denná teplota sa držala v okolí 33°C.

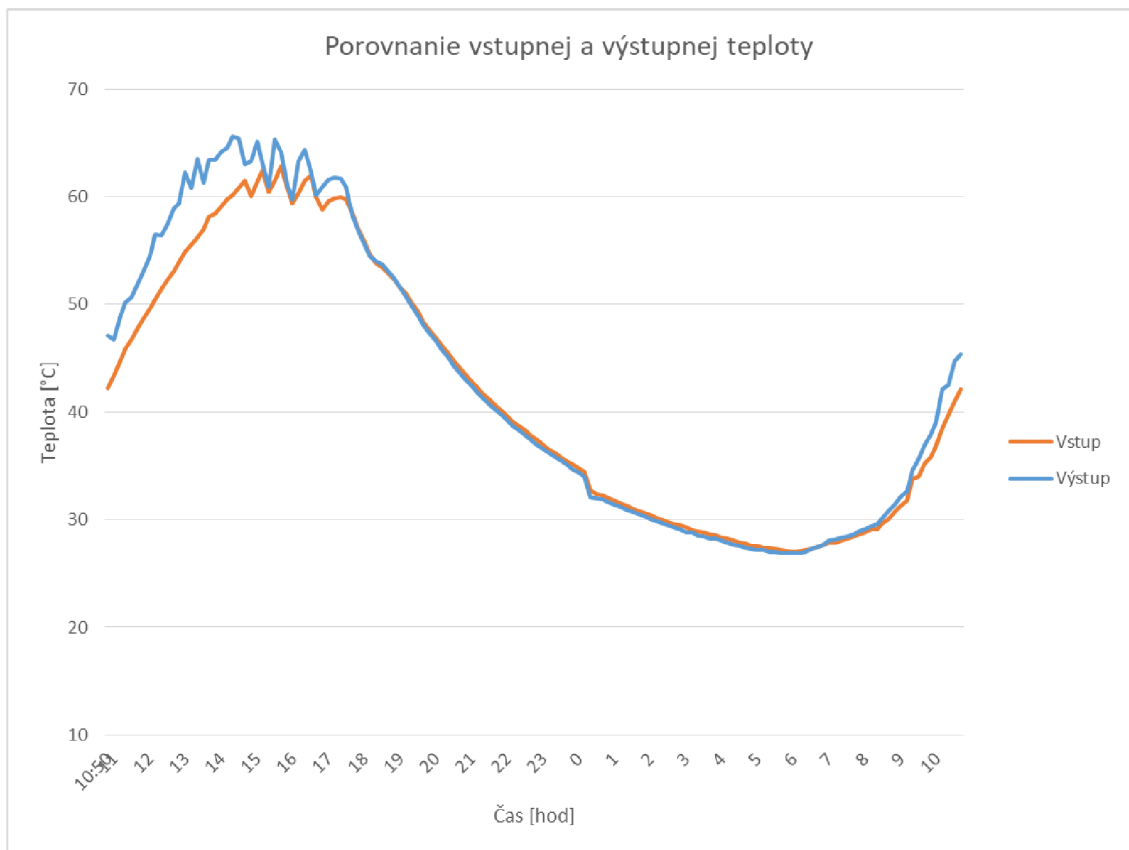


Obrázok 3. 18 - Graf intanzity - deň štvrtý



Obrázok 3. 19 - Graf teplôt exteriéru - deň štvrtý

Pri trubicovom kolektore vidíme počas najvyšších intenzít slnečného žiarenia podobne ako predchádzajúci deň nárast výstupnej teploty oproti teplote vstupu v priemere asi o 5°C no celkovo sa krivky posunuli asi o 10°C vyššie vďaka podstatnému zvýšeniu teploty exteriéru.

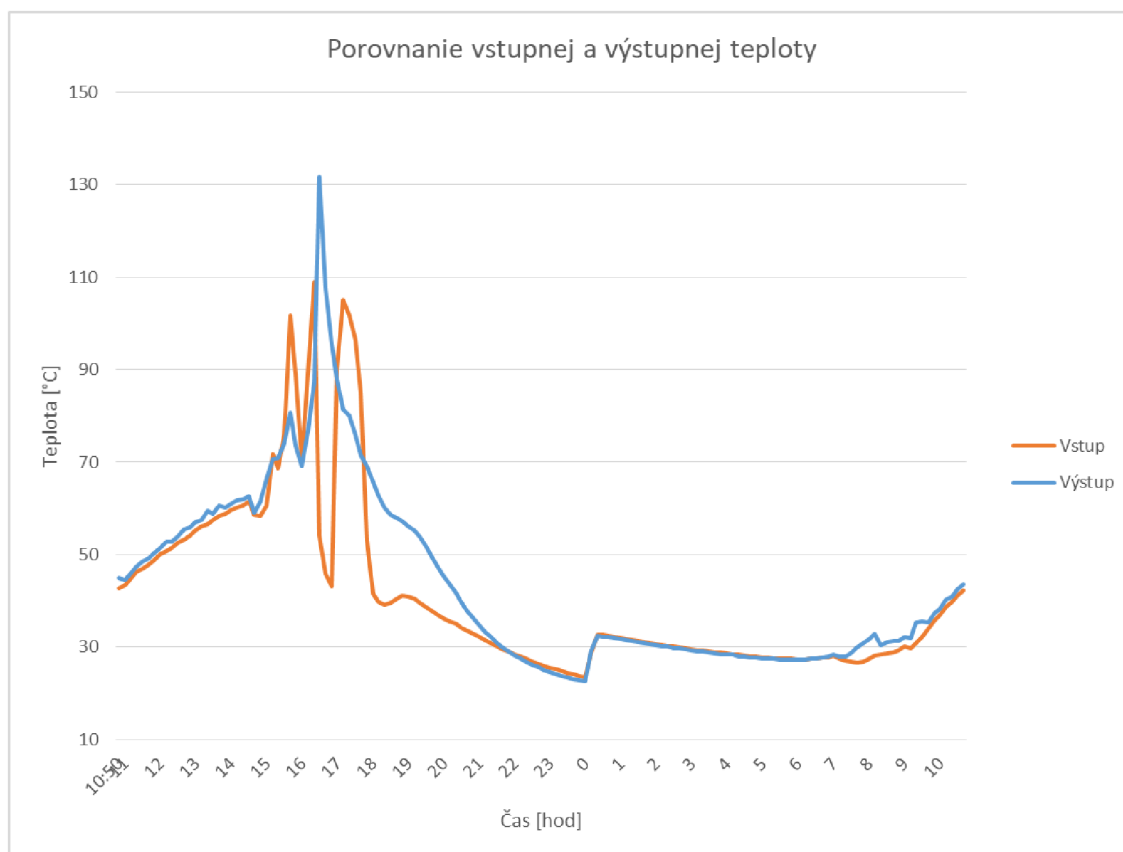


Obrázok 3. 20 - Graf vstup/výstup (trubicový) - deň štvrtý

Plochý kolektor už sa počas štvrtého dňa počas vysokých intenzít slnečného žiarenia nachádza na teplotách až dvojnásobne vyšších ako kolektor trubicový, kedy medzi 16tou a 17tou hodinou vykazuje teploty na výstupe až na hodnotách 130°C, tento stav je však krátkodobý. Vďaka naakumulovanej teplote je kolektor schopný viditeľne ohrievať vodu vo výstupnom potrubí až do 9tej hodiny večer aj keď intenzita slnečného žiarenia už je prakticky nulová.

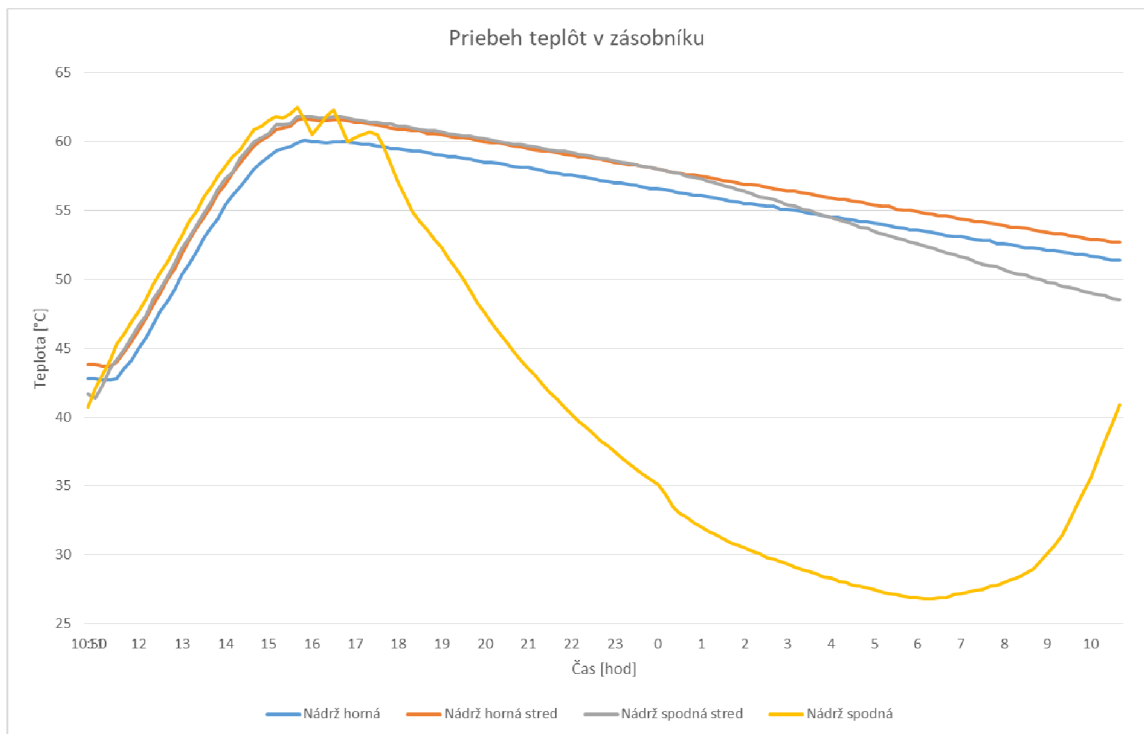
Skoky v teplotách okolo 12tej hodiny večer sú pravdepodobne spôsobené premiešaním vody z oboch kolektorov vo výmenníku zásobníka.

Skoky teplôt vstupného potrubia medzi 15tou až 18tou hodinou sú spôsobené rýchlym navýšením výstupnej teploty. V tomto prípade je možné spustenie PV kvôli ochrane zariadení pred vysokou teplotou.



Obrázok 3. 21 - Graf vstup/výstup (plochý) - deň štvrtý

Kedže vstupné aj výstupné teploty oboch kolektorov boli na začiatku merania štvrtého dňa vyššie ako teplota vody v zásobníku, voda sa ohrievala hneď od počiatku merania. Ďalej bol priebeh rovnaký ako predchádzajúci deň. No teplota v zásobníku sa tento krát dostala až cez 60°C v hornej časti. Keď teploty vo výstupných potrubíach začali klesať, začala lineárne klesať aj teplota vody v zásobníku.



Obrázok 3. 22 - Graf teplôt v zásobníku - deň štvrtý

Spracované grafy z piateho a šiesteho dňa prikladám do príloh tejto práce.[P4]

3.3 Porovnanie ročných bilancií pri využití na objekte škôlky

Ročné bilancie oboch kolektorov sú spočítané pomocou programu MS Excel navrhnuté tak aby pokrytie potreby vody bolo 63%.

3.3.1 Ročná bilancia plochého kolektoru KPC 1 BP

Vstupné údaje:

Bilancia solárneho systému pre prípravu teplej vody		
Vstupné údaje:		
Kolektor:	KPC1 BP	
Počet osôb:	1	
Potreba vody:	1540	l/(os.den)
Zpôsob prípravy TV:	0,3	-
Počet:	28	ks
Plocha apertúry:	1,87	m ²
Celková plocha apertúry:	52,36	m ²
Azimutový uhol γ :	0	° (Juh)
Koeficient a1:	4,207	W/(m ² .K)
Koeficient a2:	0,024	W/(m ² .K ²)
Účinnosť η_0 (ČSN EN 12975):	0,778	-
t_m	40	°C
Hustota:	998	
Tepelná kapacita:	4,2	
t_{TV} :	60	°C
t_{SV} :	15	°C
Sklon kolektoru:	45	°

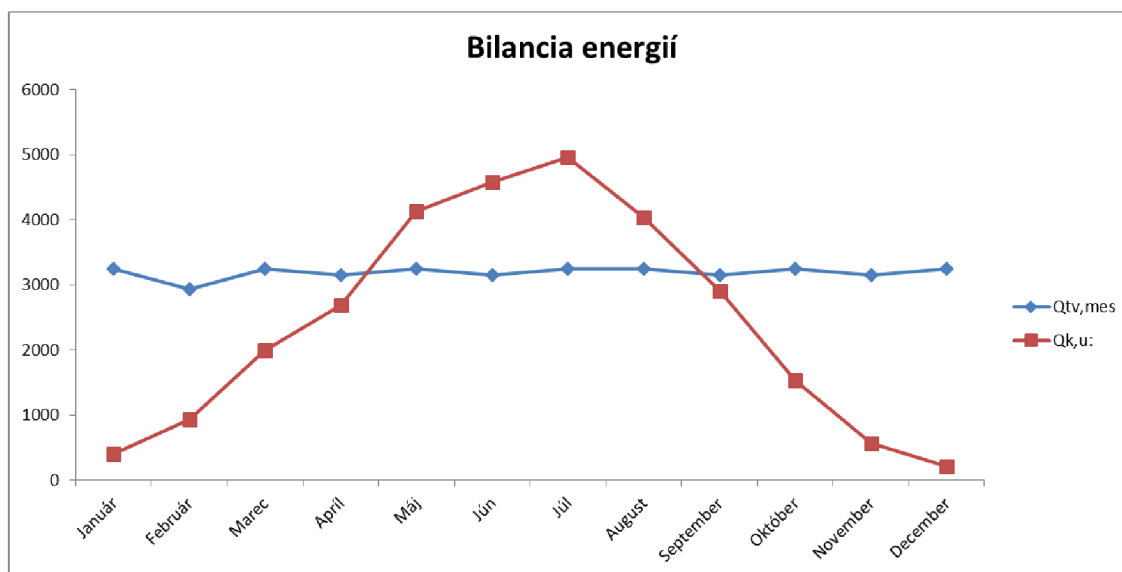
Lokalita:	Brno												Jednotky
Mesiac	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	
Radiácia G:	412	490	558	580	600	590	600	580	558	490	412	344	W/m2
tes:	1,7	2,8	7	12	17,2	20,2	22,1	21,8	18,5	13,1	7,7	3,5	°C
nk:	0,30	0,39	0,48	0,54	0,60	0,62	0,64	0,63	0,60	0,51	0,39	0,24	-
Dni:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Denná potreba:	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	l
Q _{tv} ,deň:	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	kWh/deň
Q _{tv} ,mes	3252	2937	3252	3147	3252	3147	3252	3252	3147	3252	3147	3252	kWh/mes
Pomerná doba svitu:	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12	
H _t ,deň,teor:	3,4	4,96	6,7	8,06	9,42	9,64	9,42	8,06	6,7	4,96	3,4	2,7	kWh/(m2.deň)
H _t ,deň,dif:	0,48	0,69	0,97	1,22	1,4	1,45	1,4	1,22	0,97	0,69	0,48	0,4	kWh/(m2.deň)
H _t ,deň:	1,01	2,01	3,15	3,89	5,25	5,79	5,89	4,85	3,84	2,27	1,15	0,68	kWh/(m2.deň)
q _k :	0,30	0,79	1,52	2,11	3,14	3,60	3,77	3,06	2,29	1,16	0,45	0,16	kWh/(m2.deň)
Q _{k,u} :	398,57	934,60	1996,04	2683,22	4122,82	4574,43	4954,61	4027,80	2908,26	1526,81	567,64	212,12	kWh/mes
Q _{ss,u} :	398,57	934,60	1996,04	2683,22	3251,74	3146,84	3251,74	3251,74	2908,26	1526,81	567,64	212,12	kWh/mes
Podiel pokrytia f:	12	32	61	85	100	100	100	100	92	47	18	7	%

Výstup:

$\sum Q_{tv,mes} = 38\,287$ kWh/rok

$\sum Q_{ss,u} = 24\,129,33$ kWh/rok

f = 63 %



Obrázok 3. 23 - Graf ročnej bilancie pre plochý kolektor KPC 1 BP

3.3.2 Ročná bilancia trubicového kolektoru KTU10

Vstupné údaje:

Bilancia solárneho systému pre prípravu teplej vody		
Vstupné údaje:		
Kolektor:	KTU 10	
Počet osôb:	1	
Potreba vody:	1540	l/(os.den)
Zpôsob prípravy TV:	0,3	-
Počet:	42	ks
Plocha apertúry:	0,934	m ²
Celková plocha apertúry:	39,228	m ²
Azimutový uhol γ :	0	° (Juh)
Koeficient a1:	2,516	W/(m ² .K)
Koeficient a2:	0,011	W/(m ² .K ²)
Účinnosť η_0 (ČSN EN 12975):	0,827	-
t_m	40	°C
Hustota:	998	
Tepelná kapacita:	4,2	
t_{TV} :	60	°C
t_{SV} :	15	°C
Sklon kolektoru:	45	°

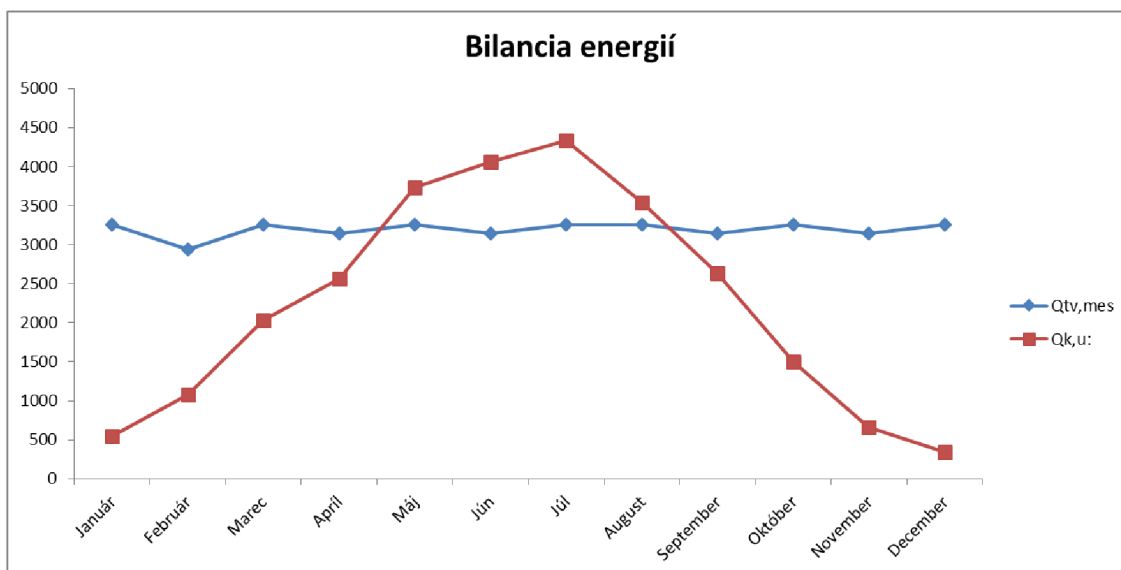
Lokalita:	Brno												
Mesiac	Január	Február	Marec	Apríl	Máj	Jún	Júl	August	September	Október	November	December	Jednotky
Radiácia G:	412	490	558	580	600	590	600	580	558	490	412	344	W/m ²
tes:	1,7	2,8	7	12	17,2	20,2	22,1	21,8	18,5	13,1	7,7	3,5	°C
nk:	0,55	0,60	0,66	0,69	0,72	0,74	0,75	0,74	0,72	0,67	0,60	0,52	-
Dni:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Denná potreba:	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	1540	l
Q _{tv} ,deň:	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	kWh/deň
Q _{tv} ,mes	3252	2937	3252	3147	3252	3147	3252	3252	3147	3252	3147	3252	kWh/mes
Pomerná doba svitu:	0,18	0,31	0,38	0,39	0,48	0,53	0,56	0,53	0,5	0,37	0,23	0,12	
H _t ,deň,teor:	3,4	4,96	6,7	8,06	9,42	9,64	9,42	8,06	6,7	4,96	3,4	2,7	kWh/(m ² .deň)
H _t ,deň,dif:	0,48	0,69	0,97	1,22	1,4	1,45	1,4	1,22	0,97	0,69	0,48	0,4	kWh/(m ² .deň)
H _t ,deň:	1,01	2,01	3,15	3,89	5,25	5,79	5,89	4,85	3,84	2,27	1,15	0,68	kWh/(m ² .deň)
q _k :	0,56	1,22	2,07	2,69	3,79	4,26	4,40	3,59	2,76	1,53	0,69	0,35	kWh/(m ² .deň)
Q _k ,u:	548,70	1083,76	2036,04	2559,49	3732,70	4058,56	4329,36	3540,16	2635,54	1503,93	660,73	344,55	kWh/mes
Q _{ss} ,u:	548,70	1083,76	2036,04	2559,49	3251,74	3146,84	3251,74	3251,74	2635,54	1503,93	660,73	344,55	kWh/mes
Podiel pokrytia f:	17	37	63	81	100	100	100	100	84	46	21	11	%

Výstup:

$\sum Q_{tv,mes} = 38\,287$ kWh/rok

$\sum Q_{ss,u} = 24\,274,80$ kWh/rok

f = 63 %



Obrázok 3. 24 - Graf ročnej bilancie pre trubicový kolektor KTU 10

3.4 Výsledné zhodnotenie

Porovnanie kolektorov inštalovaných v objekte VUT FAST, menovite 2x plochý kolektor KPC 1 BP a 1x trubicový kolektor KTU10 ukázalo lepšiu funkčnosť kolektora trubicového. Plochý kolektor vykazoval vyššiu schopnosť ohrevu kvapaliny v potrubí pri teplotách exteriéru až počas posledných 3 dní kedy teploty boli dá sa povedať extrémne. Trubicový kolektor mal vyššie rozdiely teplôt medzi vstupným a výstupným potrubím počas tretieho dňa kedy maximálna teplota exteriéru bola 28°C. Toto potvrdzuje tvrdenie, že ploché kolektory sú účinnejšie hlavne počas priameho slnečného žiarenia.

Treba ale počítať aj s vekom daných kolektorov. Pri teoretickom použití týchto kolektorov na objekt škôlky, za použitia výrobných špecifikácií pri výpočte ročnej bilancie vyšlo, že by bolo potrebné použiť 28 kusov plochých

kolektorov KPC 1 BP na pokrytie 63% ročnej potreby teplej vody, zatiaľ čo trubicových kolektorov KTU 10 by bolo treba až 42 kusov na pokrytie rovnakej potreby (63%).

ZÁVER

Cieľom tejto diplomovej práce bol projekt systému vykurovania budovy materskej škôlky s dvomi nadzemnými podlažiami a čiastočne podpivničeným suterénom a návrh spolu s výberom varianty prípravy teplej vody. Tento objekt bude fungovať celoročne. V objekte boli navrhnuté doskové vykurovacie telesá. Sústava je navrhnutá ako dvojtrubková s núteným obehom vody cez zaizolované medené potrubie. Zdrojom tepla je plynový kondenzačný kotol v menovitom výkone do 49,9 kW.

Na ohrev teplej vody by som volil variantu so solárnym systémom a so záložným zdrojom tepla kondenzačným kotlom. Návratnosť tohto solárneho systému vyšla necelých 13 rokov, každý ďalší rok funkčnosti tohto systému už sa šetria peniaze.

Po porovnaní typov solárnych kolektorov som vybral kolektory ploché (24ks Vitosol 200-FM SV2F) a to z toho dôvodu, že účinnosť plochých kolektorov na prípravu teplej vody je dostačujúca a nie je potrebné inštalovať kolektory trubicové, ktoré síce môžu mať lepšie účinnosti (hlavne počas chladného počasia) no nemusia sa oplatiť z ekonomického hľadiska. Trubicové kolektory by som volil pri ich použití aj na prikurovanie.

Presné riešenie objektu je uvedené v technickej správe ktorá je súčasťou tejto práce. Táto práca bola spracovaná v súlade s platnými normami a vyhláškami.

POUŽITÉ ZDROJE

1. KARAFFOVÁ, Jana. *Je výhodnejší elektrický alebo plynový ohrev vody?* [online]. 15.09.2015 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/je-vyhodnejsi-elektricky-alebo-plynovy-ohrev-vody-102562.aspx>
2. TOMA, Michal. *Bojler alebo prietokový ohrievač vody?* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.topbyvanie.sk/magazin/bojler-alebo-prietokovy-ohrievac-vody>
3. <https://www.solar-eshop.sk/> [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.solar-eshop.sk/p/fotovoltaicky-ohrivac-lx-acdc-m-k-abc-160-set/konstrukce-plocha-strecha-panely-ks-4/>
4. BUCHTA, Jiří, František JIŘÍK, Vladimír JELÍNEK a Petr KEBRDLE. *Technická zařízení v budovách - typová technická řešení, progresivní technologie a nové výrobky*. Praha: Agentura ČSTZ, 2008-. ISBN 978-80-86028-89-7.
5. *Vzduch/voda - vonkajší vzduch* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.ivt.sk/sk/tepelne-cerpadlo-vzduch-voda>
6. *Životnosť solárnych kolektorov* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/zivotnost-solarnych-kolektorov.html>
7. *Tepelné solárne systémy* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <http://www.greentherm.wbl.sk/Ako-funguje-solarny-ohrev.html>
8. POTOČÁR, Radovan. *Ploché alebo trubicové slnečné kolektory?* [online]. 03.01.2020 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.energie-portal.sk/Dokument/ploche-alebo-trubicove-slnečne-kolektory-porovnanie-ukazuje-ich-vyhody-a-nevyhody-105706.aspx>
9. *Solar Evacuated Tube* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/solar-evacuated-tube-11198457155.html>
10. *Aký je rozdiel medzi plochými a trubicovými solárnymi kolektormi?* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/aky-je-rozdiel-medzi-plochymi-a-trubicovymi-solarnymi-kolektormi.html>

11. *All about solar* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <http://www.solarpanelsplus.com/all-about-solar/evacuated-tubes-or-flat-plates/>
12. *What cause delamination in a solar panel?* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.lgenergy.com.au/faq/commercial-solar/what-cause-delamination-in-a-solar-panel>
13. *Replacing hail damage evacuated tubes in Brisbane* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.solarhotwaterparts.com.au/blog/replacing-hail-damage-evacuated-tubes-in-brisbane>
14. *Nastaviteľný systém nahlápania* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <http://sk.solar-panel-mounting.com/roof-mounting-system/flat-roof-mounting-system/adjustable-tilt-system.html>
15. *Solárne systémy* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.regulus.sk/download/prospekty/sk/v1.7-01i19---solarne-systemy---brozura-a4_sk-14637.pdf
16. *Solárni ohřev vody* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.domeceksnu.cz/Solarni_ohrev_vody?&tisk=1&limit1=&all_1=
17. *Evacuated Tube Solar Collectors* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://greenterrafirma.com/evacuated_tube_collector.html
18. *Solárne kolektory* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.solariss.sk/Solarne-kolektory-c13_42_2.htm
19. TOMČIAK, Ján. *Solárny ohrev bazénov* [online]. 25. júl 2011 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvoabyvanie.sk/ekobyvanie-energeticke-alternativy/450-solarny-ohrev-bazenov>
20. *Solárne kolektory* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://prvasolarna.sk/solarne-kolektory/>
21. TOMČIAK, Ján. *Slnko ako ohrievač* [online]. 13. februára 2011 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://urobsisam.zoznam.sk/dom/stavebny-material/slnko-ako-ohrievac>

22. *Flat plate solar panel* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.okorder.com/p/phnix-flat-plate-solar-thermal-collectors-with-germany-absorber_670689.html
23. *Vertical type flat plate vacuum collector TS400* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <http://www.sauleskolektors.lv/en/produkti/Collectors.html;jsessionid=66F561786AA420FDD7FC0DB264B10AAB>
24. MATUŠKA, Tomáš. *SOLÁRNÍ KOLEKTORY - TYPY A FUNKČNOST, 2. DÍL* [online]. 13. 5. 2014 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/solarni-kolektory/10078-solarni-kolektory-typy-a-funkcnost-2-dil-a.html#.X_YQWFhCdhG
25. MATUŠKA, Tomáš. *Typy solárních kolektorů* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
26. *Radik VKU* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vku.html>
27. *Zásobník R2DC 200* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.regulus.sk/download/tech-listy/sk/tl_sk_technicky-list_r2dc-160-13490.pdf
28. *Zásobník RDC 200* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.regulus.sk/sk/zasobnik-rdc-200>
29. *Solar-Divicon and solar pump assembly* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: [http://www.viessmann.com/http-svc/web/england/tdis.nsf/0/5F508621E8CCAF20C1257FB70037852E/\\$FILE/5773841_Installation%20and%20Service%20Instructions%20Solar%20Divicon%20and%20Solar%20Pump%20Assembly.pdf](http://www.viessmann.com/http-svc/web/england/tdis.nsf/0/5F508621E8CCAF20C1257FB70037852E/$FILE/5773841_Installation%20and%20Service%20Instructions%20Solar%20Divicon%20and%20Solar%20Pump%20Assembly.pdf)
30. *Vyhľadávanie produktov a služieb* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/sk>
31. *EXPANZNÉ NÁDOBY PRE VYKUROVACIE SYSTÉMY* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.regulus.sk/download/katalogove-listy/sk/kl_sk_produktovy-list_112014-expanzni-nadoby-aquafill-hs-13731.pdf
32. *Ventily poistné a zmiešavacie* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.meibes.sk/system/documents/files/000/001/318/original>

[/KAT_SK_kap6-Poistne-ventily-cennik2020_200121-01.pdf?1580578181](#)

33. *Kompenzačné vsuvky* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.meibes.sk/system/documents/files/000/001/877/original/produktovy-list_kompenzatory_2017_SK.pdf?1514818508
34. REINBERK, Zdeněk. *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
35. *Rozdelovače/zberače a hydraulické vyrovnávače dynamických tlakov* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: https://www.regulus.sk/download/tech-listy/sk/tl_sk_technicky-list_rozdelovace-vyrovnavace-tlakov-v1.1-9507-v.pdf
36. *Archiv počasí* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/>
37. *Solární termický kolektor KPC 1 BP* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <http://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT570/solarni-termicky-kolektor-kpc-1-bp/>
38. *Solární termický kolektor KTU 10* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <http://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT538/solarni-termicky-kolektor-ktu-10/>
39. *Akumulační nádrž* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.regulus.sk/download/tech-listy/cz/technicky-list-psw-200-n.pdf>
40. *KOLEKTON P SUPER* [online]. [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: <https://www.teplonosnekvapaliny.sk/produkt/kolekton-super-p10/>

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

a [-]	Súčiniteľ zväčšenia sedla
A [m ²]	Plocha
A _o [mm ²]	Prierez sedla
b [m]	Šírka
b ₁ [-]	Činiteľ teplotnej redukcie
c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Merná tepelná kapacita
D [-]	Počet vykurovacích dní
d _i [mm]	Ideálny priemer sedla
d _o [mm]	Priemer skutočného hrdla
D _p [mm]	Priemer poistného potrubia
E _{TV,d} [kWh/deň]	Požadovaná (využitelná) energia
E _{TV} [MWh/rok]	Ročná potreba tepla
f _j [-]	Redukčný teplotný činiteľ na vplyv susedného priestoru
h [m]	Výška
H [W.K ⁻¹]	Merná strata
H _T [W.K ⁻¹]	Merná strata prestupom tepla
H _i [W.K ⁻¹]	Merná strata infiltráciou
K _v [m ³ /h]	Prietokový súčiniteľ
m [kg/h]	Hmotnostný prietok
n [1/h]	Intenzita prirodzenej výmeny vzduchu v miestnosti
q [W.m ⁻²]	Hustota tepelného toku
Q _{1n} [W]	Menovitý výkon ohrevu zásobníku

Q_{2p} [W]	Teplo celkové
Q_{2t} [W]	Teplo odobrané
Q_{2z} [W]	Teplo stratené
R [Pa/m]	Tlaková strata
R [m ² .K.W-1]	Tepelný odpor
t_e [°C]	Výpočtová teplota exteriéru
t_i [°C]	Návrhová teplota interiéru
U [W.m-2.K-1]	Súčiniteľ prestupu tepla
$U_{N,20}$ [W.m-2.K-1]	Normové požadované hodnoty U
V [m ³]	Objem
V_{2p} [m ³]	Denná spotreba TV
Z [Pa]	Tlaková strata vradenými odpory
z_1 [-]	Súčiniteľ vnútorného prostredia
z_2 [-]	Súčiniteľ materiálu
z_3 [-]	Súčiniteľ spôsobu zabudovania
Δp_{dis} [Pa]	Dispozičný tlak
Δp_{rv} [Pa]	Tlaková strata regulačného ventilu
Δp_{zv} [Pa]	Tlaková strata zmiešavacieho ventilu
λ [W.m-1.K-1]	Súčiniteľ tepelnej vodivosti
ξ [-]	Súčiniteľ vradených odporov
ϕ [W]	Tepelný výkon
η [-]	Účinnosť
$Q_{k,u}$ [kWh.mes-1]	Teoretický využiteľný zisk kolektorovej plochy

$Q_{ss,u}$ [kWh.mes-1]	Využitelné tepelné zisky solárnej sústavy
$Q_{tv,mes}$ [kWh.mes-1]	Mesačná potreba tepla
G [W.m-2]	Intenzita slnečného žiarenia
t_{es} [°C]	Stredná teplota v dobe slnečného svitu
f [%]	Podiel pokrytia potreby tepla

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázky

Obrázok 1. 1 – Elektrický prietokový ohrievač [2]	14
Obrázok 1. 2 – Elektrický bojler [2]	15
Obrázok 1. 3 – Schéma priameho ohrevu s fotovoltaiickým systémom[3] ...	16
Obrázok 1. 4 – Príklad tepelného čerpadla vzduch-voda [5].....	17
Obrázok 1. 5 – Príklad solárneho systému [7]	18
Obrázok 1. 6 – Rez plochým solárnym kolektorom [8].....	19
Obrázok 1. 7 – Rez trubicovým kolektorom typu heatpipe[8]	20
Obrázok 1. 8 – Vymeniteľná trubica vákuového kolektoru [9].....	21
Obrázok 1. 9 – Poškodený panel vplyvom nekvalitnej inštalácie/spracovania[12].....	23
Obrázok 1. 10 – Poškodená trubica vplyvom krupobitia [13].....	24
Obrázok 1. 11 – Nastaviteľný regálový systém [14]	25
Obrázok 1. 12 – Rez priamo pretekaným trubicovým kolektorom [15].....	26
Obrázok 1. 13 – Schéma trubice typu Heatpipe[16]	27
Obrázok 1. 14 – Trubicový kolektor s integrovaným zásobníkom [18]	28
Obrázok 1. 15 – Plochý nekrytý kolektor [19]	29
Obrázok 1. 16 – Plochý neselektívny kolektor [20]	30
Obrázok 1. 17 – Plochý selektívny kolektor [22].....	31
Obrázok 1. 18 – Plochý vákuový kolektor [23].....	32
Obrázok 1. 19 – Použitie reflektorov pre zväčšenie plochy (hore), použitie Fresnellovej lineárnej čočky (dole) [24]	33
Obrázok 2. 1- Odberový diagram	48
Obrázok 2. 2-Graf čerpadla PS10[29]	50
Obrázok 2. 3 - Graf čerpadla na okruhu 1. Trieda.....	66
Obrázok 2. 4 - Graf čerpadla na okruhu 2. Trieda.....	67
Obrázok 2. 5 - Graf čerpadla na okruhu 2.NP+1.NP stred	68
Obrázok 2. 6 - Graf čerpadla na okruhu suterénu	69
Obrázok 2. 7 - Tabuľka expanznej nádoby Aquafill [31]	70
Obrázok 2. 8 - Tabuľka poistných ventilov DUCO [32].....	72
Obrázok 2. 9 - Parametre kompenzačnej vsuvky [33]	73
Obrázok 2. 10 - Parametre rozdeľovača a zberača HV70 [35]	74

Obrázok 3. 1 - Priebeh teplôt v ČR	86
Obrázok 3. 2 - Solárny kolektor KPC 1 BP	88
Obrázok 3. 3 - Solárny kolektor KTU 10.....	89
Obrázok 3. 4 - Rozmery zásobníka PSW 200 N[39]	90
Obrázok 3. 5 - Graf intenzity - deň prvý.....	93
Obrázok 3. 6 - Graf teplôt exteriéru - deň prvý	93
Obrázok 3. 7 - Graf vstup/výstup - deň prvý	94
Obrázok 3. 8 - Graf teplôt v zásobníku - deň prvý.....	95
Obrázok 3. 9 - Graf intenzity - deň druhý.....	95
Obrázok 3. 10 - Graf teplôt exteriéru - deň druhý.....	96
Obrázok 3. 11 - Graf vstup/výstup - deň druhý	96
Obrázok 3. 12 - Graf teplôt v zásobníku - deň druhý	97
Obrázok 3. 13 - Graf intenzity - deň tretí.....	98
Obrázok 3. 14 - Graf teplôt exteriéru - deň tretí.....	98
Obrázok 3. 15 - Graf vstup/výstup (trubicový) - deň tretí	99
Obrázok 3. 16 - Graf vstup/výstup (plochý) - deň tretí.....	100
Obrázok 3. 17 - Graf teplôt v zásobníku - deň tretí	101
Obrázok 3. 18 - Graf intanzity - deň štvrtý	102
Obrázok 3. 19 - Graf teplôt exteriéru - deň štvrtý	102
Obrázok 3. 20 - Graf vstup/výstup (trubicový) - deň štvrtý.....	103
Obrázok 3. 21 - Graf vstup/výstup (plochý) - deň štvrtý	104
Obrázok 3. 22 - Graf teplôt v zásobníku - deň štvrtý.....	105
Obrázok 3. 23 - Graf ročnej bilancie pre plochý kolektor KPC 1 BP.....	108
Obrázok 3. 24 - Graf ročnej bilancie pre trubicový kolektor KTU 10	111

ZOZNAM PRÍLOH

3.5 Prílohy

Príloha č. 1 – Solárny panel Vitosol 200-FM SV2F

Príloha č. 2 – Kondenzačný plynový kotol Condens GC9000iW 50

Príloha č. 3 – Kondenzačný plynový kotol Condens GC2300iW 24

Príloha č. 4 – Grafy merania z dní 8.8.2020 a 9.8.2020

Príloha č. 5 – Výpočtové straty objektu

3.6 Výkresy

Výkres č. 1 – Pôdorys 1.NP (1:50)

Výkres č. 2 – Pôdorys 2.NP (1:50)

Výkres č. 3 – Pôdorys suterénu (1:100)

Výkres č. 4 – Pôdorys technickej miestnosti (1:25)

Výkres č. 5 – Schéma zapojenia technickej miestnosti (1:25)

Výkres č. 6 – Schéma zapojenia vykurovacích telies (1:50)