



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ZDROJE TEPLA PRO BYTOVÝ DŮM

HEAT SOURCES FOR AN APARTMENT BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Peter Jurčík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAROLÍNA VYHLÍDALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	NPC-SIS Stavební inženýrství – pozemní stavby
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Peter Jurčík
Název	Zdroje tepla pro bytový dům
Vedoucí práce	Ing. Karolína Vyhliďalová, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2021
Datum odevzdání	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

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

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

- obsah a uspořádání práce podle směrnice FAST

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. Simulační řešení a zpracování výsledků

- Vytvoření modelu a testování proměnných vstupních parametrů pro určení nejhodnější varianty vzhledem k řešenému objektu.
- Zpracování simulací 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).

ABSTRAKT

Táto diplomová práca rieši návrh zdroja tepla pre vykurovanie a ohrev teplej vody bytového domu.

V teoretickej časti sa nachádza stručné rozdelenie zdrojov tepla pre bytový dom a predstavenie prvkov solárnej sústavy. Značná časť je venovaná softwaru T*sol, ktorý bol použitý ako simulačný nástroj pri riešení solárneho systému bytového domu. Na záver bol analyzovaný článok, ktorý riešil problematiku návrhu solárneho systému.

Výpočtová časť sa zaoberá návrhom vykurovacieho systému. Skladá sa z výpočtu tepelných strát, návrhu vykurovacích plôch, návrhu zdroja tepla a ďalších komponentov. Ohrev teplej vody je riešený vo dvoch variantoch – var. 1 s plynovým kondenzačným kotlom a var. 2 s plynovým kondenzačným kotlom a solárnym systémom.

Posledná časť diplomovej práce je venovaná návrhu solárnej sústavy pre ohrev teplej vody pomocou simulácie viacerých variant s následným výberom optimálneho riešenia.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zdroj tepla, vykurovanie, teplá voda, simulácia, solárna sústava, solárny podiel.

ABSTRACT

This master thesis deals with the design of a heat source for heating and DHW in an apartment building.

The theoretical part contains a brief division of heat sources for an apartment building and introduction of the components of the solar system. Significant part is devoted to the T*sol software, which was used as a simulation tool for calculation of the solar system parameters. Finally, an article that addresses similar design of the solar system was analyzed.

The calculation part deals with the design of the heating system. It consists of the calculation of heat losses, the design of heating elements, heat source and other components. DHW calculation is solved in two variants – var. 1 with gas condensing boiler and var. 2 with gas condensing boiler and solar system.

The last part of the master thesis is dedicated to the design of a solar system for DHW using the simulation of several variants followed by selection of the optimal solution.

KEYWORDS

Heat source, heating, hot water, simulation, solar system, solar fraction.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Peter Jurčík *Zdroje tepla pro bytový dům*. Brno, 2021. 98 s., 150 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Karolína Vyhlídalová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Zdroje tepla pro bytový dům* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14.1.2022

Bc. Peter Jurčík
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Zdroje tepla pro bytový dům* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14.1.2022

Bc. Peter Jurčík
autor práce

Obsah

1. A – ANALÝZA TÉMY, CIELE A METÓDY RIEŠENIA.....	11
1.1 CIEĽ DIPLOMOVEJ PRÁCE A METÓDY RIEŠENIA	11
1.2 ANALÝZA ZADANEJ TÉMY	11
1.2.1 Najpoužívanějšíe zdroje tepla pre bytové domy.....	12
1.2.2 Solárne systémy ako zdroj tepla.....	14
1.3 TEORETICKÉ RIEŠENIE (T*SOL).....	19
1.3.1 Návrh solárneho systému	19
1.3.2 výpočet energetickej bilancie solárneho systému.....	19
1.3.3 Výpočet slnečnej radiácie.....	20
1.3.4 Výpočet výkonu a tepelných strát kolektorov	21
1.3.5 Výpočet účinnosti systému a solárneho podielu.....	21
1.3.6 Výpočet emisií CO ₂	22
1.3.7 Simulačné riešenie solárnych sústav	23
1.4 VEĽKOSŤ KOLEKTOROVEJ PLOCHY A VÝKON SÚSTAVY.....	24
1.4.1 Vplyv objemu solárneho zásobníka.....	25
2. B – VÝPOČTOVÁ ČASŤ	27
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	27
2.2 VÝPOČET SÚČINITELOV PRECHODU TEPLA	28
2.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTOK OBÁLKY BUDOVY.....	31
2.4 VÝPOČET TEPELNÝCH STRÁT	34
2.4.1 Výpočet tepelných strát objektu.....	34
2.4.2 Prehľad tepelných strát miestnosti	38
2.5 NÁVRH VYKUROVACÍCH PLÔCH	40
2.5.1 Zoznam vykurovacích telies.....	40
2.6 PRÍPRAVA TEPLEJ VODY (VAR. 1) PODEĽA ČSN 06 0320 [27].....	42
2.6.1 Zásobníkový ohrev teplej vody	42
2.6.2 Výpočet objemu zásobníka na základe hodinovej špičky	43
2.7 NÁVRH SOLÁRNEHO SYSTÉMU	44
2.7.1 Dimenzovanie potrubia solárneho systému.....	45
2.7.2 Návrh čerpadlovej skupiny.....	47
2.7.3 Príprava TV na základe hodinovej špičky(var. 2).....	47
2.7.4 Návrh expanznej nádoby a medziľahlej nádoby.....	49
2.8 NÁVRH ZDROJA TEPLA	50
2.9 DIMENZOVANIE A HYDRAULICKÉ POSÚDENIE POTRUBIA.....	52
2.9.1 Popis vykurovacej sústavy	52
2.9.2 Dimenzovanie vykurovacích vetiev	53
2.9.3 Dimenzovanie rozvodov v technickej miestnosti	54
2.9.4 Základné armatúry vykurovacej sústavy	55
2.10 NÁVRH OBEHOVÝCH ČERPADIEL	58
2.10.1 Návrh trojcestných zmiešavacích ventilov	58
2.10.2 Návrh vyvažovacích ventilov	59
2.10.3 Návrh obehových čerpadiel	61
2.11 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZARIADENÍ	64
2.11.1 Návrh expanznej nádoby	64
2.11.2 Návrh poistného ventilu pre jeden kotol.....	65
2.12 NÁVRH TEPELNEJ IZOLÁCIE POTRUBIA	65
2.13 NÁVRH ĎALŠÍCH ZARIADENÍ TECHNICKEJ MIESTNOSTI.....	66
2.13.1 Návrh R+Z a HVDT kotlového okruhu.....	66
2.13.2 Návrh R+Z vykurovacích vetiev	67

2.13.3	Riešenie odvodu spaľovacieho vzduchu.....	67
2.14	VÝPOČET TEPELNEJ STABILITY TECHNICKEJ MIESTNOSTI	68
2.14.1	Tepelná bilancia technickej miestnosti v zime	68
2.14.2	Tepelná bilancia technickej miestnosti v lete	68
2.15	ROČNÁ POTREBA TEPLA A PALIVA	70
2.15.1	Variant 1	70
2.15.2	Variant 2 – príprava TV s podporou solárneho systému	71
2.16	TECHNICKÁ SPRÁVA	73
2.16.1	Úvod.....	73
2.16.2	Podklady	73
2.16.3	Základné technické údaje	73
2.16.4	Tepelná bilancia.....	74
2.16.5	Zdroj tepla	74
2.16.6	Vykurovacia sústava.....	75
2.16.7	Požiadavky na profesie.....	77
2.16.8	Skúšky	77
2.16.9	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci.....	78
2.16.10	Normy a predpisy	78
3.	C – SIMULAČNÉ RIEŠENIE A SPRACOVANIE VÝSLEDKOV.....	79
3.1	NÁVRH SOLÁRNEHO SYSTÉMU V PROGRAME T*SOL.....	79
3.2	SPRACOVANIE VÝSLEDKOV SIMULÁCIE	81
3.2.1	Energetické bilancie variant č. 4 a 5	83
3.2.2	Ekonomické zhodnotenie solárneho systému	85
3.2.3	Záver simulácie	87
4.	D – ZÁVER.....	88
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	89
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV.....	92
	ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV	95
	ZOZNAM PRÍLOH.....	98

1. A – ANALÝZA TÉMY, CIELE A METÓDY RIEŠENIA

1.1 CIEĽ DIPLOMOVEJ PRÁCE A METÓDY RIEŠENIA

Cieľom tejto diplomovej práce je návrh hlavného zdroja tepla pre bytový dom pre variantu 1 a návrh solárneho systému pre ohrev teplej vody pomocou simulačného softwaru T*sol pre variantu 2.

V praktickej časti diplomovej práce sú spočítané tepelné straty objektu využitím dvoch softwarov, Techcon a MS Excel. Dôvod použitia oboch programov bolo nezohľadnenie kaskádového vetrania vo vnútro-dispozičných miestnostiach, čo viedlo k navýšeniu tepelných strát celého objektu. Následne boli navrhnuté prvky vykurovacieho systému: vykurovacie telesá, zdroje tepla, obehové čerpadlá a iné.

V simulačnom riešení softwaru T*sol (*vid' kap. 3-C*) boli využité teoretické poznatky, ktoré viedli k optimalizácii riešenia a návrhu solárneho systému. Celkovo prešlo simulačným programom 5 variant, z ktorých bol vybraný ten najvhodnejší z hľadiska výkonu a ekonomiky.

1.2 ANALÝZA ZADANEJ TÉMY

Vraví sa, že zdroj tepla je srdce vykurovacieho systému objektu. Preto už pri koncepčnom riešení kúrenia je nutné, aby sme mali na pamäti, aký zdroj tepla vyberieme. Pri výbere je nutné zhodnotiť viacero vstupných údajov, ktoré rozhodujú o vybranom zdroji. Je nutné vedieť o aký typ sústavy sa jedná, aké sú použité vykurovacie telesá, s akou teplotou počítame, či ide o nízko alebo vysoko teplotný systém.

Rovnako nám do návrhu vstupuje technická infraštruktúra okolia. Je logické, aby sme počítali s takým zdrojom, resp. palivom, ktorý máme k dispozícii. Taktiež je vhodné zhodnotiť rôzne varianty riešenia, či už z hľadiska obstarávacích nákladov alebo prevádzkových.

V súčasnosti sa kladie čo najväčší dôraz na obnoviteľné zdroje energie (OZE). Percentuálna potreba tepla pre ohrev teplej vody a vykurovania sa vyrovnáva hlavne vďaka tepelno-technickým vlastnostiam obálky budovy. Z pohľadu primárnej energie je dôležité, aby pomer obnoviteľných zdrojov energie bol čo najväčší.

Možnosti ako dosiahnuť čo najväčšiu hodnotu podielu primárnej energie z obnoviteľných zdrojov je niekoľko, napr. solárne kolektory, tepelné čerpadlá a iné.

1.2.1 NAJPOUŽÍVANEJŠIE ZDROJE TEPLA PRE BYTOVÉ DOMY

Medzi najpoužívanéjšie zdroje tepla patrí:

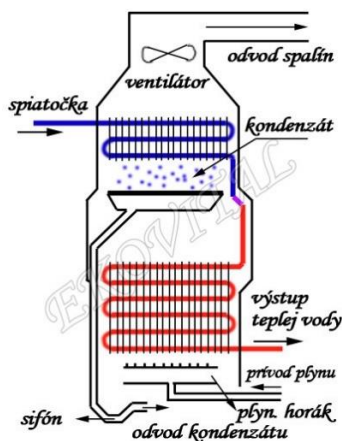
- plynový kotol,
- elektrokotol,
- tepelné čerpadlo,
- CZT (centrálne zásobovanie teplom).

1.2.1.1 PLYNOVÝ KOTOL

Plynový kotol je možné charakterizovať viacerými znakmi [1]:

- podľa umiestenia
 - stacionárny
 - závesný
- podľa spôsobu odvodu spalín
 - do komína
 - na fasádu alebo nad strechu v prevedení turbo
- podľa teploty kvapaliny počas prevádzky
 - klasické (teplota vody $t_v \geq 60 \text{ }^\circ\text{C}$)
 - nízkoteplotné (teplota vody $t_v \geq 50/40 \text{ }^\circ\text{C}$)
 - kondenzačné (teplota vody t_v môže klesnúť pod $50/40 \text{ }^\circ\text{C}$)
- podľa typu horáku
 - s tlakovými horákmi
 - s atmosférickými horákmi
- podľa prívodu vzduchu
 - spotrebič typu B – spaľovací vzduch je odoberaný z miestnosti, v ktorej sa nachádza, spaliny sú odvádzané do exteriéru
 - spotrebič typu C – spaľovací vzduch je odoberaný z exteriéru, spaliny sú odvádzané do exteriéru

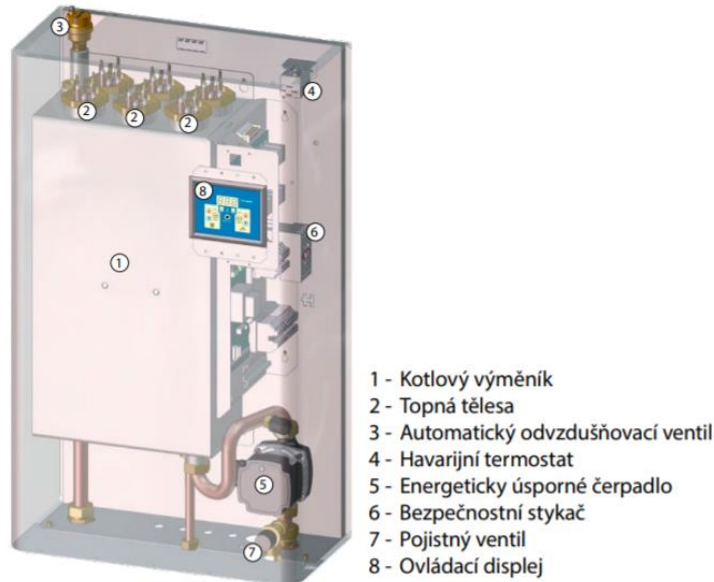
V novodobých technických miestnostiach s plynovým spotrebičom sa nachádzajú prevažne plynové kondenzačné kotly. Principiálne ide o to, že vodík, ktorý je obsiahnutý v spaliniach kondenzuje na nižšej teplote vratnej vody z kúrenia.



Obrázok 1 Princíp kondenzačnej techniky [2]

1.2.1.2 ELEKTROKOTOL

Elektrokotol je do vykurovacieho systému zapojený podobne ako plynové kondenzačné kotle, dokonca majú aj veľmi podobnú reguláciu. Najvhodnejšie je ho použiť v malých sústavách, rekreačných objektoch, v jednotlivých bytoch alebo ako doplnkový zdroj k solárnemu systému. Jeho najväčšou výhodou sú obstarávacie náklady pretože odpadá realizácia viacerých komponentov ako komín alebo plynová prípojka [3].



Obrázok 2 Elektrokotol Therm EL 45 [3]

1.2.1.3 TEPELNÉ ČERPADLO

Tepelné čerpadlo pracuje na princípe chladiaceho okruhu. To znamená, že v tepelnom čerpadle prúdi chladivo, ktoré má nízke teploty odparovania. Tepelnú energiu odoberáme z kondenzátoru.

Podľa toho, z akého prostredia čerpáme energiu a potom ju ďalej dodávame, tepelné čerpadla delíme na:

- tepelné čerpadlo vzduch/voda,
- tepelné čerpadlo voda/voda,
- tepelné čerpadlo vzduch/vzduch,
- tepelné čerpadlo zem/voda a iné.

Nevýhodou inštalácie tepelných čerpadiel je vysoká obstarávacia cena, naopak z ekologického hľadiska má najmenší podiel výroby emisií CO₂ [4].

1.2.1.4 CZT (CENTRÁLNE ZÁSOBOVANIE TEPLOM)

Objekt je pripojený na teplovodnú sieť pomocou výmenníkovej stanice. Zdroj tepla sa nachádza v inom objekte a teplo je distribuované pomocou potrubia, v ktorom prúdi voda alebo para.

1.2.2 SOLÁRNE SYSTÉMY AKO ZDROJ TEPLA

Slnko a jeho slnečná energia je pre život na našej planéte kritická. Nejde iba o priame využitie solárneho žiarenia v podobe solárnych kolektorov alebo fotovoltaických panelov, ale aj o biologické premeny (fotosyntéza) a teda možnosť spaľovania biomasy, vplyv na pohyb vetru a vody, kde Slnko je hybná sila [5]. Slnko svoju energiu ukladá aj do prostredia okolo nás, ktorú môžeme ďalej čerpať pomocou sofistikovaných strojov ako je tepelné čerpadlo.

Táto časť práce bude venovaná práve aktívnym solárnym systémom, teda solárnym kolektorom. Spôsobu získavania energie, jej ukladania a využitia pre ohrev teplej vody.

1.2.2.1 MOŽNOSTI VYUŽITIA SLNENČNÉHO ŽIARENIA

Najčastejšie sa stretávame s tromi možnosťami využitia tepla so slnečných kolektorov:

- ohrev teplej vody (DHW = domestic hot water),
- ohrev bazénovej vody,
- ohrev pre podporu vykurovania.

Navrhovanie takýchto solárnych systémov je možné pomocou skúsenosti z praxe, kedy výrobcovia ponúkajú ucelené zostavy. Tento prístup je samozrejme najmenej presný a môže byť použitý pre malé solárne sústavy, napr. pre ohrev v rodinných domoch. Pri veľkých sústavách je nutné vypočítať energetickú bilanciu, z ktorej ďalej plynie návrh kolektorovej plochy a ďalších nevyhnutých prvkov [6].

1.2.2.2 STRUČNÉ ROZDELENIE KOLEKTOROV

Solárny kolektor slúži k premene slnečného žiarenia na tepelnú energiu. Dopadajúca energia odovzdáva teplo pretekajúcej teplonosnej kvapaline. Teplo sa ďalej spotrebúva na nami požadovanom mieste [7].

Množstvo vyrobeného tepla zo slnečného žiarenia je závislé na type a konštrukcii kolektora.

Plochý nekrytý kolektor:

Charakteristický je tým, že je určený k ohrevu bazénovej vody. Je to nezasklený kolektor vyrábaný z plastu odolného voči UV žiareniu. Pretože nie je zasklený, odpadá strata odrazom, ale na opačnej strane ma zase vysoké tepelné straty a obmedzenú odolnosť [8].



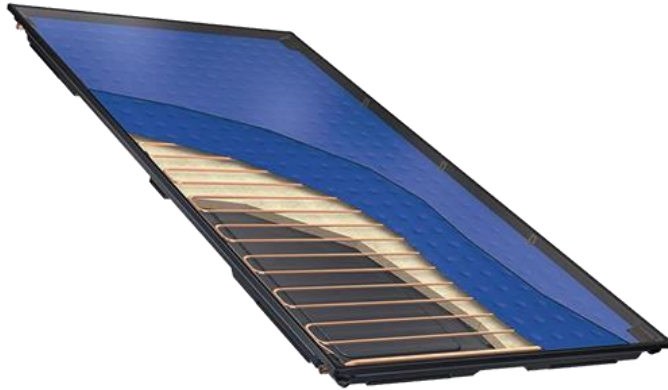
Obrázok 3 Plochý nekrytý kolektor na ohrev bazénovej vody [9]

Plochý neselektívny kolektor:

Jedná sa o zasklený doskový kolektor s kovovým čiernym náterom, vhodný pre sezónny ohrev vody [7].

Plochý selektívny kolektor:

Zasklený doskový kolektor, ktorý má na rozdiel od neselektívneho kolektora povrch absorbéru selektívny. Kolektorová skriňa je izolovaná, čím sa znižujú tepelné straty kolektora. Je vhodný na celoročnú prevádzku solárnej sústavy, či už na ohrev teplej vody, bazénu alebo vykurovania [7].



Obrázok 4 Plochý selektívny kolektor Buderus [10]

Plochý vákuový kolektor:

Konštrukčne podobný plochému selektívnemu kolektoru, ale namiesto tepelnej izolácie ja použité vákuum pre zníženie tepelných strát. Tlak v kolektore je nižší ako atmosférický. Pri strate vákuua, teda strate tepelnoizolačného prvku, kolektor stráca svoju účinnosť [7] [8].

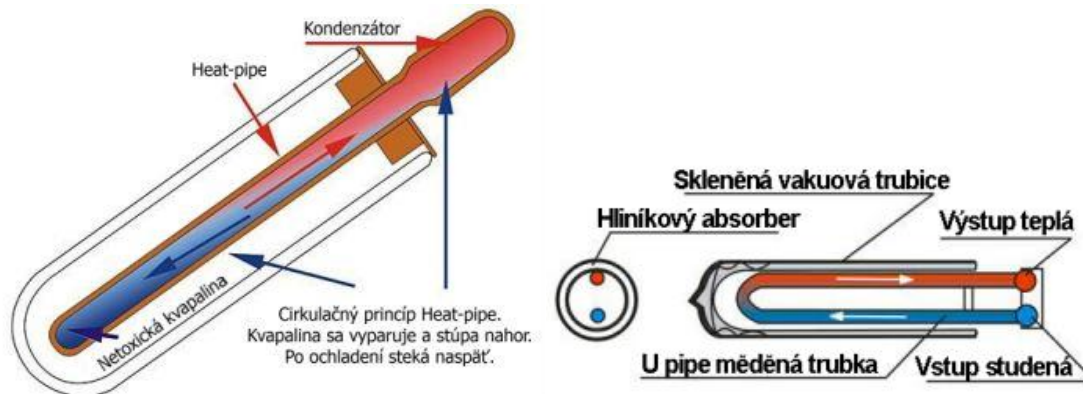


Obrázok 5 Plochý vákuový kolektory TS400 [11]

Trubicový jednostenný a dvojitenný (Sydeny) vákuový kolektor:

Jedná sa o sklenenú trubicu, v ktorej sa nachádza vákuum pre eliminovanie tepelných strát (absolútny tlak $< 10^{-3}$ Pa). Ako výmenník tepla (absorbér so selektívnou vrstvou) môže slúžiť tepelná trubica s chladivom alebo U-register, v ktorom preteká nemrznúca kvapalina.

Jednostenný kolektor má oproti dvojitennému kolektoru o niečo vyššie účinnosti kvôli kolmému dopadu slnečnej energie na absorbér. Naopak výhodou dvojitenného kolektoru je jednoduchšia výmena poruchovej trubice a nižšia cena [7].



Obrázok 6 Tepelná trubica a U-register trubicovom kolektore [12] [13]

1.2.2.3 REŽIM PRÚDENIA SOLÁRNYM SYSTÉMOM

V závislosti na aplikácii je vhodné si rozmyslieť, s akou hodnotou prietoku vo solárnom systéme bude uvažované. Základné režimy prúdenia sú:

- sústavy s malým prietokom (Low-Flow),
- sústavy s veľkým prietokom (High-Flow),
- sústavy s prispôsobivým prietokom (Machted-Flow),
- tzv. Drain-Back sústavy (systémy spätného odvodnenia) [14].

Prietok solárnym systémom sa uvádza v litroch za hodinu na m^2 kolektorovej plochy.

Režim Low-Flow (15 – 20 l/[h.m²])

Tento režim prúdenia sa uplatňuje hlavne vo väčších solárnych sústavách. Zníženie prietoku teplotonosnej kvapaliny (nemrznúcej zmesi) v sústave má za následok viacero pozitívnych vplyvov.

Znížením prietoku dávame teplotonosnej kvapaline „viac času“ na kontakt s výmenníkom absorbéru. Takto pretakaným kolektorom sa môže jeho teplota zvýšiť až o 50 °C. Aby efektívnosť odoberania tepla bola čo najvyššia a spotrebiteľ mal k dispozícii čo najvyššiu teplotu vody, sú inštalované stratifikačné zásobníky teplej vody, ktoré vodu efektívne rozvrstvia podľa teploty. Princíp stratifikácie je buď samotiažny (voda sa ukladá v závislosti na jej hustote) alebo pomocou termostatických ventilov v zásobníku.

Nízky prietok má samozrejme význam na hydrauliku sústavy. Takto navrhnutá sústava má menšie tlakové straty oproti High-Flow. Kládne menšie nároky na obehové čerpadlo, tým pádom je výhodná pri použití vo veľkých systémoch. Kolektory je vhodné zapojovať sériovo [14].

Režim High-Flow (40 – 70 l/[h.m²])

Pri vyššom prúdení teplotonosnej látky je intenzita jej ohrevu značne nižšia. Aby boli dosiahnuté požadované teploty, teplotonosná kvapalina musí prejsť kolektormi niekoľko krát, zásobník je nabíjaný pomaly.

Výhodou je, že účinnosť systému ju pri tomto režime vyššia. Najvýhodnejším zapojením je paralelné alebo sériovo-paralelné. Vyším prietokom narastajú tlakové straty čerpadla a požiadavky na čerpadlo [14].

Režim Matched-Flow (8– 40 l/[h.m²])

Prispôsobivý režim prúdenia chce spojiť výhody Low a High-Flow režimov. Spojenie týchto dvoch režimov si vyžaduje spoľahlivú a náročnú reguláciu [14].

Režim Drain-Back

Takto navrhnutý systém je pomerne odlišný od vyššie spomínaných systémov. Pri nedostatočných solárnych ziskoch, poruche či zabránení zamrznutiu kvapaliny sa teplotná kvapalina vypúšťa do dostatočne veľkej nádoby. Pri spätnom nábehu systému sa kvapalina z nádoby čerpá. Ako teplotná kvapalina môže byť použitá voda bez úpravy proti zamrznutiu [14].

1.2.2.4 PRVKY SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

Napriek tomu, že solárna energia je stále zadarmo a kedykoľvek k dispozícii, na jej zúročenie a efektívne použitie, mimo pasívnych spôsobov získania energie, potrebujeme radu sofistikovaných prvkov, ktoré dotvárajú solárnu sústavu.

Čerpadlová skupina

Nútený obeh teplotnej kvapaliny solárnou sústavou má na starosti čerpadlová skupina. Jej súčasťou je obehové čerpadlo, ktoré v moderných systémoch pracuje s premennými otáčkami. Čerpadlová skupina ako zostava má výhodu v tom, že sa v nej nachádzajú ďalšie dôležité prvky a spolu tvoria jedno kompaktné zariadenie, ktoré šetrí miesto. Obvykle čerpadlovú skupinu tvoria:

- poistná skupina:
 - poistný ventil s možnosťou pripojenia do záchytnej nádrže
 - manometer s pripojením k expanznej nádobe
- prietokomer
- uzatvárací ventil
- spätný ventil
- vypúšťací ventil
- odlučovač vzduchu
- plniaci kohút

Solárna expanzná nádoba

Rovnako ako expanzná nádoba v klasickej vykurovacej sústave má aj solárna expanzná nádoba za úlohu kompenzovať zmenu tlaku v dôsledku teplotnej rozťažnosti nemrznúcej kvapaliny.

Jednou z charakteristických črt zapojenia solárnej expanznej nádoby je aj predradená nádoba, ktorá umožňuje vychladenie kvapaliny skôr, ako prejde ďalej do expanznej

nádoby. Dôvod prečo sa takéto zariadenie inštaluje je ten, že vo vnútri expanznej nádoby sa nachádza plastová membrána, ktorá nie je odolná voči vysokým teplotám.

Poistný ventil

O ochranu jednotlivých prvkov sa stará poistný ventil, ktorý má za úlohu aby sústava nedosiahla maximálny prevádzkový tlak a nedošlo k havárii. V poistnom úseku nesmú byť inštalované žiadne uzatváracie armatúry.

Pri dosiahnutí maximálneho prevádzkového tlaku dochádza k vytekaniu kvapaliny. Preto sa na poistný ventil napojuje hadica, ktorá je zaústená do záchytnej nádrže. Táto kvapalina sa následne spätne doplní do solárneho okruhu, či už ročne alebo pri väčších sústavách pomocou čerpadla.

Nemrznúca kvapalina

Teplonosná kvapalina, ktorá prúdi solárnym systémom je najčastejšie zmes vody a propylenglykolu v pomeroch 40 – 50 %. Čím väčší pomer propylenglykolu, tým nižší je bod tuhnutia danej zmesi.

Takouto úpravou dostaneme kvapalinu, ktorá má iné, o niečo horšie, fyzikálne vlastnosti ako voda:

- nižšia tepelná kapacita,
- nižšia tepelná vodivosť,
- väčšia objemová rozťažnosť,
- vyššia kinematická viskozita v závislosti na teplote

Tieto vlastnosti majú vplyv na celkový hydraulický návrh systému, výpočet expanznej nádoby a tepelného výkonu [15].

1.3 TEORETICKÉ RIEŠENIE (T*SOL)

Pri kolmom dopade slnečných lúčov na hranicu atmosféry dopadne cca 1360 W/m² slnečnej energie. Z dôvodu rozptylu žiarenia na jednotlivé časti žiarenie ďalej delíme na priame slnečné žiarenie, rozptýlené (difúzne) slnečné žiarenie a žiarenie odrazené od zemského povrchu. Pri priaznivých podmienkach dopadne na našu zem približne 800 – 1100 W/m².

1.3.1 NÁVRH SOLÁRNEHO SYSTÉMU

Malé solárne systémy je vhodné navrhovať podľa empirických zásad ako napr.:

- veľkosť kolektorovej plochy: $A_k = 1-2 \text{ m}^2$ kolektorovej plochy na osobu
- veľkosť zásobníka: $V_{zas} = 50 \text{ l/ m}^2$ kolektorovej plochy

Vo väčších systémoch takéto zásady nemusia platiť. Okrem pozorovania skutočných inštalácií, je počítačová simulácia jediná pomôcka na uchopenie dynamických javov sústavy a predikovanie správania systému. Je mnoho parametrov, ktoré ovplyvňujú účinnosť solárnej sústavy. Nejde iba o premenné charakteristiky počasia, ale aj dynamické procesy v samotnom systéme.

Aj keď v našich zemepisných podmienkach to nie je bežné, solárny systém sa nemusí navrhovať iba na ohrev teplej vody, ale taktiež ako pomocný zdroj pre vykurovanie. Problém s pomocným pokrytím vykurovania je ten, že pre dosiahnutie významných solárnych ziskov v zimných mesiacoch rovnako dosiahneme výrazné solárne prebytky v letnom období, ktoré nedokážeme spotrebovať a dochádza ku stagnácii systému a varu teplonosnej kvapaliny. S tým súvisy aj účinnosť sústavy. S narastajúcim nevyužitým solárnym pokrytím sa znižuje účinnosť celého systému [16].

1.3.2 VÝPOČET ENERGETICKEJ BILANCIE SOLÁRNEHO SYSTÉMU

Teplotná energetická bilancia slúži k výpočtu stavu a teplotných zmien počas simulačného obdobia.

$$\Delta T = \frac{\sum E}{\sum C} [K]$$

kde:

$\sum E$ = súčet všetkých vstupných a výstupných energií [J]

$\sum C$ = súčet všetkých tepelných kapacít [J.K⁻¹]

Bilancovanie znamená, že všetka vložená a odobraná energia a akumulovaná energia cez tepelnú kapacitu systému, musí byť rovná nule. Nehodnotí sa celá sústava, ale jej jednotlivé komponenty:

- slnečný kolektor
- výmenníky tepla
- zásobníky

Energetické vstupy môžu byť:

- ožarovanie,

- dodávka tepla do výmenníka tepla,
- prenos tepla hmotnostným tokom v dôsledku spotreby alebo cirkulácie vody,
- premiešavanie vrstiev zásobníka.

Energetické výstupy môžu byť:

- tepelné straty kolektora radiáciou,
- tepelné straty kolektora prechodom tepla, potrubím, ventilmi alebo zásobníkmi,
- prenos energie do výmenníka tepla a iné.

Počíta sa s tepelnými kapacitami týchto zariadení:

- kolektory
- potrubie kolektorovej slučky
- objem kvapaliny zásobníkov

1.3.3 VÝPOČET SLNEČNEJ RADIÁCIE

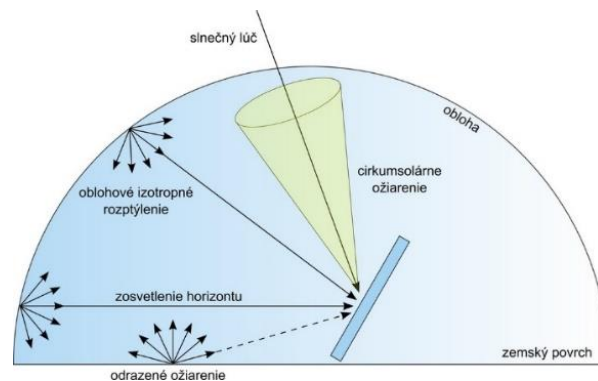
Pre výpočet slnečnej radiácie, software v klimatických súboroch udáva ožiarenie na vodorovnú plochu vo W/m^2 . Program to ďalej prepočíta pre naklonenú rovinu kolektorov a to ďalej vynásobí aktívnou kolektorovou plochou.

Princípom výpočtu je, že žiarenie sa rozdelí na difúzne a priame žiarenie. Rozdelenie žiarenia je podľa Reindlovho radiačného žiarenia [17]. Tento model je založený na základe indexu čistoty atmosféry a výške Slnka nad obzorom γ .

Model sa ďalej prevedie na ožiarenie naklonenej roviny použitím anizotropného modelu slnečného žiarenia [18] [19].

Priame slnečné žiarenie dopadá pod takým uhlom, aké je charakterizované okamžitou polohou Slnka na oblohe. O difúznom žiarení môžeme povedať, že kvôli prechodu cez atmosféru je rozptýlené rovnomerne.

Difúzna zložka sa ďalej rozdeľuje na cirkumsolárne ožiarenie, oblohové izotropné rozptýlenie a zosvetlenie horizontu. Je predpoklad, že cirkumsolárna zložka difúzneho žiarenia dopadá pod rovnakým uhlom ako priame žiarenie, s tým rozdielom, že kvôli prechodu atmosférou je rozptýlené pod väčším priestorovým uhlom. To neplatí o oblohovom izotropnom žiarení, pretože to je v atmosfére rozptýlené do všetkých smerov a teda jeho hodnota sa uvažuje rovnaká vo všetkých smeroch. Zosvetlenie od horizontu je prírastok difúzneho ožiarenia na ploche v blízkosti horizontu [19].



Obrázok 7 Zložky slnečného žiarenia [19]

1.3.4 VÝPOČET VÝKONU A TEPELNÝCH STRÁT KOLEKTOROV

Získaná energia zo solárnych kolektorov zmenšená o tepelné straty kolektoru sa spočíta:

$$P = G_{dir} \cdot \eta_0 \cdot f_{IAM} + f_{IAM_{diff}} \cdot G_{diff} \cdot \eta_0 - k_0 \cdot (T_{cm} - T_A) - k_q \cdot (T_{cm} - T_A)^2 [W]$$

kde:

- G_{dir} priame slnečné žiarenie na naklonenú rovinu [W/m^2],
- G_{diff} difúzne slnečné žiarenie na naklonenú rovinu [W/m^2],
- η_0 optická účinnosť kolektora [-],
- T_{cm} priemerná teplota kolektorov [$^{\circ}C$],
- T_A teplota vzduchu [$^{\circ}C$],
- f_{IAM} oprava uhlu dopadu
- k_0 lineárny súčiniteľ tepelnej straty kolektoru, označovaný aj ako a_1 [$W/(m^2 \cdot K)$],
- k_q kvadratický súčiniteľ tepelnej straty kolektoru, označovaný aj ako a_2 [$W/(m^2 \cdot K^2)$].

Po odčítaní optických strát kolektora významná zložka tepelných strát pripadá na prechod tepla a radiácie do okolia. Na popísanie tohto stavu slúžia súčinitele prestupu tepla k_0 [$W/(m^2 \cdot K)$] a k_q [$W/(m^2 \cdot K^2)$].

Súčiniteľ prestupu tepla charakterizuje koľko tepla [W] kolektor odovzdáva do prostredia na $1 m^2$ o teplotnom rozdiel 1 K medzi priemernou teplotou kolektoru a prostredím [16].

1.3.5 VÝPOČET ÚČINNOSTI SYSTÉMU A SOLÁRNEHO PODIELU

Účinnosť η_{cle} okruhu solárneho kolektoru je definovaná ako:

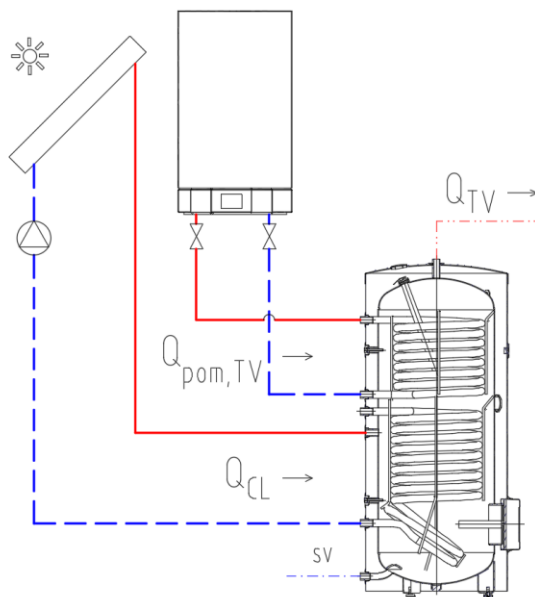
$$\eta_{cle} = \frac{\text{Energia odobraná z kolektorového okruhu cez výmenník tepla}}{\text{Energia dopadajúca na aktívnu kolektorovú plochu}} [-]$$

Účinnosť η_{ss} systému je popísaná ako:

$$\eta_{ss} = \frac{\text{Energia odobraná zo solárneho systému}}{\text{Energia dopadajúca na aktívnu kolektorovú plochu}} [-]$$

Energia dodaná solárnym systémom je popísaná ako energia dodaná zo solárneho zásobníka do pohotovostného zásobníka. V prípade, že systém pozostáva iba z jedného zásobníka teplej vody, ako napr. zásobník s dvoma výhrevnými špirálami pre solárny okruh a okruh pomocného zdroja, nemôže byť účinnosť systému spočítaná [16].

Solárny podiel f sa počíta ako:



Obrázok 8 Toky energií pre ohrev TV pomocou solárneho systému

$$f = \frac{Q_{CL}}{Q_{CL} + Q_{pom,TV}} [-]$$

$$f = \frac{\text{Energia dodaná na ohrev TV zo solárneho systému}}{\text{Celková dodaná energia na ohrev TV (solárny sys. + pomocný zdroj)}} [-]$$

Straty zásobníka a cirkulácie nie sú započítané [16].

1.3.6 VÝPOČET EMISÍÍ CO₂

Software T*sol dokáže vyhodnotiť úsporu emisií CO₂, ktorá je dopočítaná z ušetrého paliva. Aby bol výpočet CO₂ správny, je dôležité vedieť aký druh paliva, resp. druh primárnej energie je vďaka solárnemu systému ušetrný.

Na prepočet je použitý emisný faktor paliva, ktorý má rôzne hodnoty pre druh použitej energie.

Tabuľka 1 Výhrevnosť a emisný faktor palív [16]

Palivo	Výhrevnosť	Emisný faktor [gCO ₂ /kJ]
Olej	36 722 kJ/l	0,07327
Zemný plyn	41 100 kJ/m ³	0,05144
CZT	-	0,05144
Drevené pelety	15 490 kJ/kg	CO ₂ neutrálne

1.3.7 SIMULAČNÉ RIEŠENIE SOLÁRNYCH SÚSTAV

Simulačné programy sa dajú rozdeliť na:

- systémové (T*sol, Polysun),
- modulárne (Trnsys).

1.3.7.1 SYSTÉMOVÉ ZADÁVANIE PARAMETROV

Program pracuje so šablónami a preddefinovanými sústavami. Parametre prvkov sa zadávajú jednotlivo alebo je možné vybrať konkrétny výrobok. Program je dostatočne presný a zjednodušené riešenie ponúka detailný prehľad energetického hodnotenia sústavy. Pracovné prostredie je priateľskejšie a intuitívne a často ponúka ekonomické a ekologické vyhodnotenie [20].

1.3.7.2 MODULÁRNE ZADÁVANIE PARAMETROV

Užívateľ si musí sústavu zostaviť z jednotlivých komponentov ako kolektory, zásobníky a iné. Takto zadávaný model ponúka väčšiu flexibilitu a možnosti hydraulického zapojenia. Je kladený väčší dôraz na znalosti užívateľa, jeho schopnosti odhadnúť a eliminovať problémy a znalosti na správne zapojenie jednotlivých prvkov [20].

1.4 VEĽKOSŤ KOLEKTOROVEJ PLOCHY A VÝKON SÚSTAVY

Ako bolo v kapitolách vyššie naznačené, veľkosť aktívnej kolektorovej plochy nemusí predstavovať stále vyššiu účinnosť systému, či úspory na energiách. Menšia sústava môže pracovať rovnako dobre, dokonca efektívnejšie, keď sa pri jej návrhu zohľadnia smerodajné parametre, ktoré hovoria o celkovom výkone sústavy.

Príkladom je aj simulačná analýza solárnej sústavy bytového domu od Ing. Shemelina a doc. Matušku [21] o vplyve kolektorovej plochy na merné solárne zisky $q_{ss,u}$ [kWh/m^2], solárneho podielu f [-] a účinnosti solárneho systému n_{ss} [-].

Vzťahy pre účinnosť solárneho systému n_{ss} a solárneho podielu f sú stanované v predchádzajúcej kapitole.

Vstupné parametre simulácie:

- $A_k = 100 \text{ m}^2, \alpha = 45^\circ$
- $V_{zas} = 5 \text{ m}^3 \rightarrow V_{zas}/A_k = 50 \text{ l/m}^2$,
- $A_k/V_{TV} = 25 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Merné solárne zisky môžeme stanoviť ako:

$$q_{ss,u} = \frac{Q_{CL}}{A_K} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

kde:

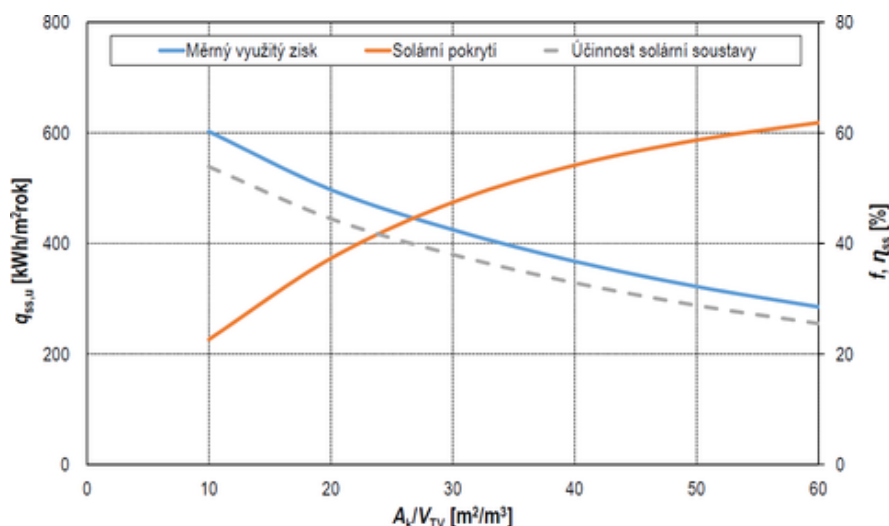
- Q_{CL} je energia dodaná solárnym systémom na ohrev TV [kWh]
- A_K aperturná plocha kolektorov [m^2]

Pri aplikovaní vzťahu na reálnu simuláciu (vid' kap. 3-C) tejto práce vyplýva, že napriek miernemu navýšeniu solárneho zisku Q_{CL} pri použití 24 ks kolektorov je hodnota merného solárneho zisku menšia, ako pri použití 21 ks kolektorov (všetky okrajové podmienky zostávajú nezmenené).

Tabuľka 2 Merné solárne zisky simulácie v kapitole 3.C

Variant	Variant 1: sklon 17° bez predradeného zásobníka	Variant 2: sklon 17° predradený zásobník	Variant 3: sklon 30°predradený zásobník	Variant 4: sklon 45° predradený zásobník	Variant 5: sklon 45° 24 kolektorov + predradený zásobník
Merný solárny zisk $q_{ss,u}$ [kWh/m ²]	404	423	448	454	423

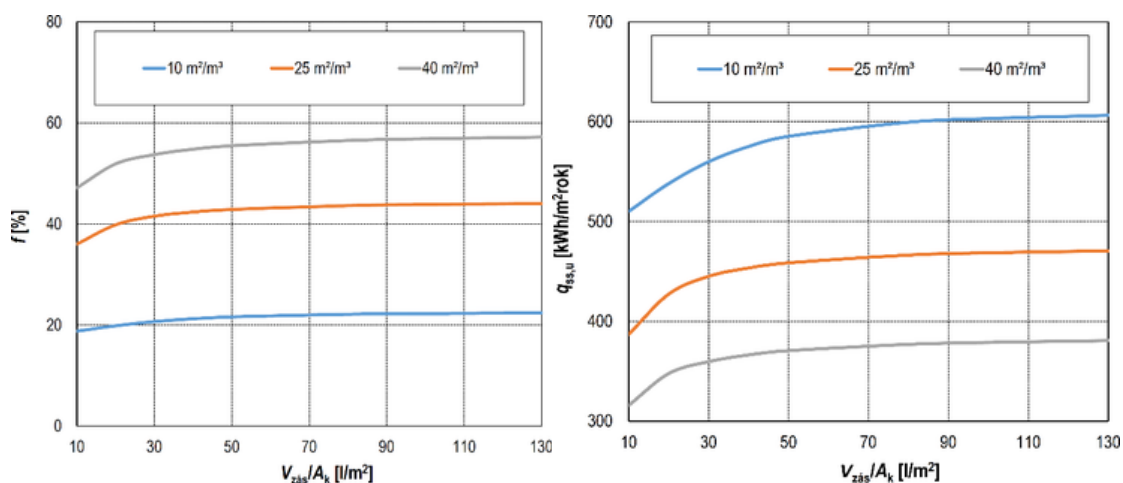
Túto závislosť potvrdzuje aj simulácia z článku Ing. Shemelina a doc. Matušku [21], kde pomer plochy kolektorov k potrebe teplej vody A_k/V_{TV} výrazne vplýva na solárny podiel, ktorý narastá, ale na druhej strane merné solárne zisky a celková účinnosť systému klesá so zväčšujúcou sa kolektorovou plochou.



Obrázok 9 Vplyv pomeru plochy kolektoru k dennej spotrebe vody na celkovej bilancii systému [21]

1.4.1 VPLYV OBJEMU SOLÁRNEHO ZÁSOBNÍKA

Na celkový výkon sústavy, jej správanie a optimálne fungovanie, je dôležité, aby bol solárny zásobník vhodne navrhnutý. Bežnou praxou je návrhový pomer objemu solárneho zásobníka a plochy kolektorov $V_{zas}/A_k = 50 \text{ l/m}^2$. Autori článku sa zaujímali, či nie je možné túto hodnotu znížiť pre systémy, ktoré majú solárne pokrytie menšie ako 50 %.



Obrázok 10 Vplyv pomeru objemu zásobníka a plochy kolektorov na f [-] a $q_{SS,u}$ [kWh/m²rok] [21]

Hodnoty v $[\text{m}^2/\text{m}^3]$ znamenajú návrhový pomer A_K/V_{TV} , teda pomer kolektorovej plochy k spotrebe teplej vody.

Nízky návrhový pomer $10 \text{ m}^2/\text{m}^3$ dáva najmenšie solárne pokrytie a pri zväčšujúcom sa pomere V_{zas}/A_k sa jeho hodnota navyšuje, ale iba veľmi pozvoľne. Návrhové pomery 25 a $40 \text{ m}^2/\text{m}^3$ vykazujú značné lepšie výsledky solárneho pokrytia f . Ďalej môžeme povedať, že zväčšujúci sa objem zásobníka má pozitívny vplyv na hodnoty solárneho pokrytia a rovnako na hodnoty merných solárnych ziskov $q_{SS,u}$.

Je nutné dodať, že napriek tomu ako narastá solárny podiel a merné solárne zisky sústavy, pri pomere V_{zas}/A_k vyššom ako $55 - 60 \text{ l/m}^2$ už nemá ďalej zmysel navyšovať

objem zásobníkov, pretože zväčšujúci sa objem priamoúmerne vplýva na výšku investície do zásobníka [21].

Samozrejme stále platí zásada, že hodnoty merných solárnych ziskov sa s navyšujúcou plochou kolektorov znižujú.

Výstup simulácie:

- potvrdil zásadu, že pre návrhový pomer $25 \text{ m}^2/\text{m}^3$ je najvhodnejšie voliť zásobník s objemom cca 50 l/m^2 .
- odporúča pre sústavy s nižším návrhovým pomerom voliť objem zásobníka 40 l/m^2 a pre predimenzované sústavy cca 60 l/m^2 [21].

2. B – VÝPOČTOVÁ ČASŤ

2.1 ANALÝZA OBJEKTU

Praktická časť tejto diplomovej práce rieši návrh ústredného vykurovania rekonštrukcie bytového domu v obci Rýmařov. Riešený objekt má 1 podzemné a 4 nadzemné podlažia. V podzemnej časti sa nachádzajú spoločné priestory, kóje, kočikareň a technická miestnosť pre TZB. V prvom nadzemnom podlaží sú umiestnené 2 kancelárie a 4 byty. 2 byty sú navrhnuté ako garsónky a 2 byty ako 2+KK. Na 2. a 3. podlaží sa nachádza 8 bytov s rôznym dispozičným usporiadaním. Na 4. podlaží, ktoré je podkrovné podlažie, sa nachádzajú 4 byty.

Z konštrukčného hľadiska sa jedná o železobetónový skelet s pôvodným tehlovým výplňovým murivom hr. 300 mm zatepleným tepelnou izoláciou na báze kamennej vlny hr. 150 mm. Výplne otvorov sú z platového profilu. Objekt má šikmú strechu v sklone 45° a je zaizolovaná izoláciou 100 + 160 mm.

V objekte budú navrhnuté celkom 3 vykurovacie vetvy pre kancelárie, byty Sever a byty Juh + vykurovacia vetva pre ohrev TV. V bytoch sú navrhnuté doskové vykurovacie telesá Ventil Kompakt (VK) so spodným pripojením a v kúpeľniach rúrkové telesá so spodným stredovým pripojením. V kanceláriách sú navrhnuté lavicové konvektory s ventilátorom. Teplotný spád vykurovacej sústavy bude 65/50 °C. Teplotný spád pre ohrev teplej vody bude 65/40 °C. Na poschodiach sa budú nachádzať uzamykateľné skrinky rozdeľovačov (viď PD), v ktorých sa bude nachádzať filter, uzatváracie ventily a kalorimetre.

Vykurovacia sústava je riešená ako dvoj-variantná. V prvom variante je ako zdroj pre vykurovanie a ohrev teplej vody navrhnutý 2 x kondenzačný kotol so súčtovým výkonom 90 kW (2 x 45 kW).

V druhom variante budú navrhnuté slnečné kolektory pre ohrev teplej vody, ktorých počet a výkon vychádza zo simulačného riešenia (viď kap. 3-C).

V objekte nie je navrhnutá vzduchotechnika a teda vetranie bude prirodzené. Vo vnútro-dispozičných miestnostiach (kúpeľne), bude navrhnuté podtlakové vetranie pomocou ventilátora.

2.2 VÝPOČET SÚČINITEĽOV PRECHODU TEPLA

Doporučené hodnoty súčiniteľov prechodu tepla U [$W/(m^2K)$] sú určené podľa normy ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov [22]. Na výpočet U [$W/(m^2K)$] bol použitý software MS Excel.

SO1 - Obvodová stena - Pôvodné tehlové murivo				
Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do exteriéru				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [$W/m.K$]	R [$m^2.K/W$]
1	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
2	Pôvodné tehlové murivo	0,300	0,780	0,385
3	Kamenná izolácia	0,150	0,040	3,750
4	Omietka silikónová	0,005	0,770	0,006
			ΣR	4,158
$R_{se}=0,04, R_{si}=0,13$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [$W/m^2.K$]	0,23			$U \leq U_{recr20}$
U_N [$W/m^2.K$]	0,25			
Vyhovuje				

SO2 - Obvodová stena - Pôvodné tehlové murivo				
Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do nevykurovaného podkrovia				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [$W/m.K$]	R [$m^2.K/W$]
1	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
2	Pôvodné tehlové murivo	0,300	0,780	0,385
3	Kamenná izolácia	0,150	0,040	3,750
4	Omietka silikónová	0,005	0,770	0,006
			ΣR	4,158
$R_{se}=0,04, R_{si}=0,13$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [$W/m^2.K$]	0,23			$U \leq U_{recr20}$
U_N [$W/m^2.K$]	0,25			
Vyhovuje				

STR1 - Stropná konštrukcia do exteriéru				
Typ: Vodorovná kcia - tepelný tok zvislo nadol				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [$W/m.K$]	R [$m^2.K/W$]
1	Betónová mazanina	0,050	1,320	0,038
2	Tepelná izolácia	0,080	0,040	2,000
3	Stropný panel	0,150	1,200	0,125
4	Minerálna vlna	0,160	0,041	3,902
			ΣR	6,065
$R_{se}=0,04, R_{si}=0,17$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [$W/m^2.K$]	0,15			$U \leq U_{recr20}$
U_N [$W/m^2.K$]	0,16			
Vyhovuje				

STR2 - Stropná konštrukcia do nevykurovaného podkrovia				
Typ: Vodorovná konštrukcia - tepelný tok zvislo nahor				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
1	Stropný panel	0,150	1,200	0,125
2	Parozábrana	0,005	0,210	0,024
3	EPS izolácia	0,200	0,040	5,000
			ΣR	5,149
$R_{se}=0,10, R_{si}=0,10$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m².K]	0,19			$U \leq U_{recr20}$
U_N [W/m².K]	0,20			
Vyhovuje				

STR3 - Stropná konštrukcia do nevykurovaného suterénu				
Typ: Vodorovná kcia - tepelný tok zvislo nadol				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
1	Betónová mazanina	0,050	1,320	0,038
2	Tepelná izolácia	0,050	0,040	1,250
3	Stropný panel	0,150	1,200	0,125
4	Minerálna vlna	0,050	0,041	1,220
			ΣR	2,632
$R_{se}=0,17, R_{si}=0,17$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m².K]	0,34			$U \leq U_{recr20}$
U_N [W/m².K]	0,40			
Vyhovuje				

ST1 - Strešná konštrukcia do exteriéru				
Typ: Šikmá kcia - tepelný tok zvislo nahor				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
1	Tepelná izolácia pod krokvy	0,100	0,044	2,273
2	Tepelná izolácia medzi krokvy	0,160	0,062	2,581
3	Dravený záklop	0,025	0,220	0,114
4	Minerálna vlna	0,050	0,041	1,220
			ΣR	6,187
$R_{se}=0,04, R_{si}=0,10$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m².K]	0,16			$U \leq U_{recr20}$
U_N [W/m².K]	0,16			
Vyhovuje				

NS1 - Vnútorná stena 300 mm				
Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do vykurovaného priestoru				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
1	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
2	Pôvodné tehlové murivo	0,300	0,780	0,385
3	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
			ΣR	0,419
$R_{se}=0,13, R_{si}=0,13$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m².K]	1,66			$U \leq U_{rec20}$
U_N [W/m².K]	1,80			
Vyhovuje				

NS2 - Vnútorná stena 125 mm				
Typ: Zvislá konštrukcia - tepelný tok vodorovne, do vykurovaného priestoru				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
1	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
2	Pôvodné tehlové murivo	0,125	0,780	0,160
3	Vápenná omietka	0,015	0,880	0,017
			ΣR	0,194
$R_{se}=0,13, R_{si}=0,13$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m².K]	1,66			$U \leq U_{rec20}$
U_N [W/m².K]	1,80			
Vyhovuje				

PDL2 - Podlaha, interier				
Typ: vodorovná konštrukcia				
č.	Vrstva stavebnej konštrukcie	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
1	Betónová mazanina	0,050	1,320	0,038
2	Kročejová izolácia	0,025	0,040	0,625
3	Stropný panel	0,150	1,200	0,125
			ΣR	0,788
$R_{se}=0,17, R_{si}=0,17$			$U_N=1/(R_{si}+R+R_{se})$	
Posúdenie				
U [W/m².K]	0,95			$U \leq U_{rec20}$
U_N [W/m².K]	1,45			
Vyhovuje				

2.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTOK OBÁLKY BUDOVY

PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(spracovaný podľa ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikačné údaje

Druh stavby	Bytový dom
Adresa (miesto, ulica, číslo, PSČ)	Rýmaňov
Katastrálne územie a katastrálne číslo	
Prevádzkovateľ, popr. Budúci prevádzkovateľ	
Vlastník alebo spoločenstvo vlastníkov, popr. stavebník	
Adresa (miesto, ulica, číslo, PSČ)	
Telefon / E-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vonkajší objem vykurovanej budovy, nezahrňuje lodžie, rímsy, atiky a základy	3984,7 m ³
Celková plocha A - súčet vonkajších plôch ochladzovaných konštrukcií ohraničujúcich objem budovy	1515,3 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,38 m ² /m ³
Prevažná vnútorná teplota vo vykurovacom období θ_{im}	20 °C
Vonkajšia návrhová teplota v zimnom období θ_e	-18 °C

Konštrukcia	Referenčná budova (stanovenie požadavkov)				Hodnotená budova			
	Plocha	Súčiniteľ prechodu tepla	Redukčný činiteľ	Merná strata prechodom	Plocha	Súčiniteľ prechodu tepla	Redukčný činiteľ	Merná strata prechodom
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
	[m ²]	(požadovaná hodnota podľa 5.2) [W/(m ² .K)]	[-]	[W/K]	[m ²]	(požadovaná hodnota podľa 5.2) [W/(m ² .K)]	[-]	[W/K]
SO1 - exteriér	623,47	0,30	1,00	187,04	623,47	0,23	1,00	144,05
SO2 - podkrovia	84,45	0,30	0,76	19,34	84,45	0,23	0,76	14,89
STR1 - exteriér	48,10	0,24	1,00	11,54	48,10	0,15	1,00	7,22
STR2 - podkrovia	133,12	0,30	0,76	30,48	133,12	0,19	0,76	18,99
STR3 - suterén	342,60	0,60	0,26	54,09	342,60	0,34	0,26	30,33
ST1 - exteriér	113,34	0,24	1,00	27,20	113,34	0,16	1,00	17,92
OK - 800x1000	24,00	1,50	1,00	36,00	24,00	1,00	1,00	24,00
OK - 1600x1350	32,40	1,50	1,00	48,60	32,40	1,00	1,00	32,40
OK - 1600x2250	54,00	1,50	1,00	81,00	54,00	1,00	1,00	54,00
OK - 1600x1950	21,84	1,50	1,00	32,76	21,84	1,00	1,00	21,84
OK - 1600x2250	18,00	1,50	1,00	27,00	18,00	1,00	1,00	18,00
OK - 1900x1350	2,57	1,50	1,00	3,85	2,57	1,00	1,00	2,57
OK - 1900x1950	3,71	1,50	1,00	5,56	3,71	1,00	1,00	3,71
OK - 1900x2250	4,28	1,50	1,00	6,41	4,28	1,00	1,00	4,28
OK - 720x2250	4,86	1,50	1,00	7,29	4,86	1,00	1,00	4,86
OK - 720x1350	0,97	1,50	1,00	1,46	0,97	1,00	1,00	0,97
DV - vchod	3,60	1,70	1,00	6,12	3,60	1,00	1,00	3,60
Celkem	1515,30			585,74	1515,30			403,61
Teplné väzby		1515,3*0,05		75,77		1515,3*0,05		75,77
Celková memá strata prechodom tepla				661,51				479,38

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla podľa 5.3.4 a tabuľky 5	max. U_{em} pro A/V	požadovaná hodnota:	479,38 / 1515,3	0,32
	661,51 / 1515,3	0,44		
	75% z požadovanej hodnoty	doporučená hodnota:		Vyhovuje
$0,44 * 0,75 =$	0,33			
Klasifikačná trieda obálky budovy podľa prílohy C		0,32/0,45 =	0,72	Trieda B - Úsporná

Merná strata prechodom tepla H_T	W/K	479,38
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,32
Odporúčany súčiniteľ prechodu tepla $U_{em, Nrc}$	W/(m ² ·K)	0,33
Požadovaný súčiniteľ prechodu tepla $U_{em, Nrq}$	W/(m ² ·K)	0,44

Hranice klasifikačných tried	Klasifikačný ukazovateľ CI pre hranice klasifikačných tried	U_{em} [W/(m ² ·K)] pre hranice klasifikačných tried	
		Všeobecne	Pre hodnotenú budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,22
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,33
C	1,00	1. $U_{em,N}$	0,44
D	1,50	1.5. $U_{em,N}$	0,66
E	2,00	2. $U_{em,N}$	0,89
F	2,50	2,5. $U_{em,N}$	1,11
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikácia: B – Úsporná

Dátum vystavenia energetického štítku obálky budovy: 29.11.2021

Spracovateľ energetického štítku obálky budovy: Bc. Peter Jurčik

IČO:

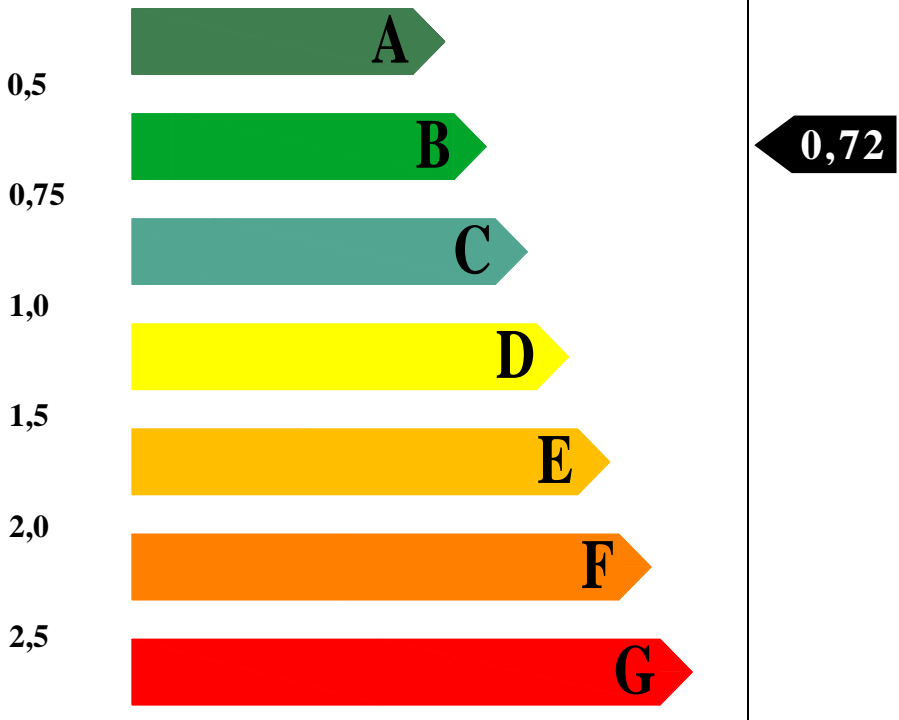
Spracoval: Bc. Peter Jurčik

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 [22] a podľa projektovej dokumentácie stavby dodanej objednávateľom.

ENERGETICKÝ ŠTÍTOK OBÁLKY BUDOVY

Bytový dom Rýmařov		Hodnotenie obálky budovy				
Celková podlahová plocha $A_c = 938,4 \text{ m}^2$		existujúci	doporučenie			
CI	Veľmi úsporná					
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
Mimoriadne nehospodárna						
klasifikácia		B				
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$		0,32 -				
Požadovaná hodnota priemerného súčiniteľa prechodu tepla obálky budovy podľa ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$		0,44 -				
Klasifikačné ukazovatele CI a im odpovedajúce hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,22	0,33	0,44	0,66	0,89	1,11
Platnosť štítku do				Datum		
Štítok vypracoval				Peter Jurčík		

2.4 VÝPOČET TEPELNÝCH STRÁT

Výpočet tepelného výkonu bol vyhotovený pomocou softwaru Excel a normy ČSN EN 12831-1 [23].

Návrhové parametre: $t_e = -18\text{ °C}$, Řýmařov

$t_i =$ podľa účelu miestnosti $\rightarrow 15\text{ °C}$, 18 °C , 20 °C a 24 °C

2.4.1 VÝPOČET TEPELNÝCH STRÁT OBJEKTU

Výpočet tepelných strát **prechodom** [W] pre byt 2.B7. s porovnaním výpočtu pomocou softwaru Techcon.

Tepelná strata vetraním bola počítaná pre všetky miestnosti ručne z dôvodu nezohľadňovania kaskádového vetrania softwarom Techcon pre vnútro-dispozičné miestnosti.

Tepelná strata prechodom počítaná programom Techcon:

Tabuľka 3 Tepelné straty miestnosti Hala

Ozn. m.	Názov miestnosti	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_{int,i}$ [°C]			Pdl. plocha [m ²]	svetlá výška miestnosti [m]		
2.B7.1	Hala	20,00			5,40	2,60		
Tepelné straty priamo do exteriéru								
<i>Stavebná konštrukcia</i>								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
Celková merná tepelná strata $HT_{ie} = \sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]							0,00	
Tepelné straty nevykurovaného priestoru								
<i>Stavebná konštrukcia</i>								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$	
NS1	Neochladzovaná stena 300 mm	1,88	1,66	0,05	1,71	0,13	0,42	
D900	Dvere 1000x2020	2,02	1,00	0,00	1,00	0,13	0,27	
Celková merná tepelná strata $HT_{iue} = \sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [W/K]							0,69	
Tepelné straty z/do priestoru vykurovaných na rozdielne teploty								
<i>Stavebná konštrukcia</i>								
Č.k.	Popis/teplota za konštrukciou	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
NS1	Neochladzovaná stena 300 mm/ 24 °C	3,64	1,66	-0,11	-0,64			
NS1	Neochladzovaná stena 300 mm/ 24 °C	2,42	1,66	-0,11	-0,42			
NS1	Neochladzovaná stena 300 mm/ 24 °C	2,92	1,66	-0,11	-0,51			
D900	Dvere 1000x2020	2,02	1,00	-0,11	-0,21			
Celková merná tepelná strata $HT_{ij} = \sum k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							-1,78	
Tepelné straty zeminou								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	$fg1$	$fg2$	G_w	$fg1 \cdot fg2 \cdot G_w$
Celková merná tepelná strata zeminou: $HT_{ig} = (\sum k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot fg1 \cdot fg2 \cdot G_w$ [W/K]							0,00	
Celková merná tepelná strata prechodom $HT_i = HT_{ie} + HT_{iue} + HT_{ij} + HT_{ig}$							-1,09	
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová strata prechodom tepla $\Phi_{T,i}$ [W]			
	20,00	-18,00	38,00	-1,09	-41,52			

Tabuľka 4 Tepelné straty miestnosti Kúpeľňa

Ozn. m.	Názov miestnosti	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_{int,i}$ [°C]	Pdl. plocha [m ²]	svetlá výška miestnosti [m]			
2.B7.2	Kúpeľňa	24,00	4,14	2,60			
Tepelné straty priamo do exteriéru							
<i>Stavebná konštrukcia</i>							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Celková merná tepelná strata HT,ie = $\sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]							0,00
Tepelné straty nevykurovaného priestoru							
<i>Stavebná konštrukcia</i>							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
Celková merná tepelná strata HT,iue = $\sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [W/K]							0,00
Tepelné straty z/do priestoru vykurovaných na rozdielne teploty							
<i>Stavebná konštrukcia</i>							
Č.k.	Popis/teplota za konštrukciou	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
NS2	Neochladzovaná stena 125 mm/ 20 °C	4,94	1,66	0,10	0,78		
NS2	Neochladzovaná stena 125 mm/ 20 °C	5,67	1,66	0,10	0,90		
NS1	Neochladzovaná stena 125 mm/ 20 °C	2,92	1,66	0,10	0,46		
D900	Dvere 1000x2020	2,02	1,00	0,10	0,19		
Celková merná tepelná strata HT,ij = $\sum k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							2,33
Tepelné straty zeminou							
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	$fg1$	$fg2$	G_w $fg1 \cdot fg2 \cdot G_w$
Celková merná tepelná strata zeminou: HT,ig= ($\sum k A_k \cdot U_{equiv,k}$). $fg1 \cdot fg2 \cdot G_w$ [W/K]							0,00
Celková merná tepelná strata prechodom HT,i = HT,ie + HT,iue+ HT,ij+ HT,ig							2,33
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{r,i}$	Návrhová strata prechodom tepla $\Phi_{T,i}$ [W]		
	24,00	-18,00	42,00	2,33	97,91		

Tabuľka 5 Tepelné straty Obytná miestnosť + KK

Ozn. m.	Názov miestnosti	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_{int,i}$ [°C]	Pdl. plocha [m ²]	svetlá výška miestnosti [m]			
2.B7.3	Obytná miestnosť + KK	20,00	22,90	2,60			
Tepelné straty priamo do exteriéru							
<i>Stavebná konštrukcia</i>							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
SO1	Stena ochladzovaná 450 mm	21,15	0,23	0,05	0,28	1,00	5,92
O 1,6x1,95	Okno 1600x1950	3,12	1,00	0,40	1,40	1,00	4,37
O 1,6x1,35	Okno 1600x1350	2,16	1,00	0,40	1,40	1,00	3,02
O 1,6x2,25	Okno 1600x2250	3,60	1,00	0,40	1,40	1,00	5,04
Celková merná tepelná strata HT,ie = $\sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [W/K]							18,35
Tepelné straty nevykurovaného priestoru							
<i>Stavebná konštrukcia</i>							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
Celková merná tepelná strata HT,iue = $\sum k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [W/K]							0,00
Tepelné straty z/do priestoru vykurovaných na rozdielne teploty							
<i>Stavebná konštrukcia</i>							
Č.k.	Popis/teplota za konštrukciou	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
NS2	Neochladzovaná stena 125 mm/ 24 °C	5,67	1,66	-0,11	-0,99		
NS2	Neochladzovaná stena 125 mm/ 24 °C	5,64	1,66	-0,11	-0,99		
NS1	Neochladzovaná stena 300 mm/ 24 °C	4,94	1,66	-0,11	-0,86		
Celková merná tepelná strata HT,ij = $\sum k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ [W/K]							-2,84

Celková tepelná strata prechodom pre byt 2.B7.:Ručne: $\Phi_{T,i} = -41,52 + 97,91 + 589,55 = 646 \text{ W}$ Software: $\Phi_{T,i} = -55 + 101 + +591 = 637 \text{ W}$ **Výpočet tepelnej straty vetraním:**

Tabuľka 9 Výpočet tepelnej straty vetraním

2.B7.1 - Hala				
Objem miestnosti	Výpočtová vonkajšia teplota θ_e	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požiadavky	
V_i (m ³)			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
14,0	20,0	20,0	0,5	7,0
Počet nech. otvorov	$n50$	Činiteľ e	Výškový korekčný činiteľ ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)
0,0	4,5	0,0	1,0	0,0
Výpočet tepelnej straty vetraním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi_{V,i}$ [W]	
7,0	2,4	0,0	-0,1	
2.B7.2 - Kúpeľňa				
Objem miestnosti	Výpočtová vonkajšia teplota θ_e	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požiadavky	
V_i (m ³)			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
10,8	20,0	24,0	1,5	16,1
Počet nech. otvorov	$n50$	Činiteľ e	Výškový korekčný činiteľ ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)
0,0	4,5	0,00	1,0	0,0
Výpočet tepelnej straty vetraním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi_{V,i}$ [W]	
16,1	5,5	4,0	21,8	
2.B7.3 - Obytný priestor + KK				
Objem miestnosti	Výpočtová vonkajšia teplota θ_e	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požiadavky	
V_i (m ³)			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
60,0	-18,0	20,0	0,5	30,0
Počet nech. otvorov	$n50$	Činiteľ e	Výškový korekčný činiteľ ϵ	$V_{inf,i}$ (m ³ /h)
3,0	4,5	0,05	1,0	27,0
Výpočet tepelnej straty vetraním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná strata vetraním $\Phi_{V,i}$ [W]	
30,0	10,2	38,0	387,6	

Výpočet celkovej tepelnej straty:Ručne: $\Phi_{T,i} = (-41,52 + 97,91 + 589,55) + (-0,1 + 21,8 + 387,6) = 1055 \text{ W}$ Software: $\Phi_{T,i} = -55 + 101 + +591 + (-0,1 + 21,8 + 387,6) = 1046 \text{ W}$ Rozdiel medzi ručným výpočtom a softwarom Techcon: **1055-1046 = 9 W**

Všetky tabuľky výpočtu tepelných strát sa nachádzajú v prílohe P[1]

2.4.2 PREHLAD TEPELNÝCH STRÁT MIESTNOSTI

Tabuľka 10 Prehľad tepelných strát jednotlivých miestností

Byt	Označenie miestnosti	Návrhová teplota [°C]	Tepelné straty prechodom tepla $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelné straty vetraním $\Phi_{V,i}$ [W]	Celkom $\Phi_{HL,i}$ [W]
Spoločné priestory	1.01 - Vstupná hala	15	380	133	513
	1.02 - Chodba + výťah	15	-346	-38	-384
	1.03 - Upratovacia miestnosť	15	-32	0	-32
	1.04 - Schodisko	13	-182	182	0
	2.01 - Chodba + výťah	15	-402	-57	-459
	2.02 - Schodisko	13	-195	182	-13
	3.01 - Chodba + výťah	15	-385	-55	-440
	3.02 - Schodisko	14	-175	176	1
	4.01 - Chodba + výťah	15	-200	-30	-230
	4.02 - Schodisko	14	-164	175	11
	1.K1 - Kacelária 1	20	1012	1394	2406
	1.K2 - Kacelária 2	20	1352	1436	2788
1.B1	1.B1.1 - Hala	20	13	0	13
	1.B1.2 - Kúpeľňa	24	141	22	163
	1.B1.3 - Obytný priestor + KK	20	694	385	1079
1.B2	1.B2.1 - Hala	20	41	2	43
	1.B2.2 - Kúpeľňa	24	250	37	287
	1.B2.3 - Komora	15	-43	-6	-49
	1.B2.4 - Obytný priestor + KK	20	428	313	741
	1.B2.5 - Spáľňa	20	458	166	624
1.B3	1.B3.1 - Hala	20	41	2	43
	1.B3.2 - Kúpeľňa	24	244	37	281
	1.B3.3 - Komora	15	-43	-6	-49
	1.B3.4 - Obytný priestor + KK	20	427	313	740
	1.B3.5 - Spáľňa	20	458	166	624
1.B4	1.B4.1 - Hala	20	14	0	14
	1.B4.2 - Kúpeľňa	24	153	22	175
	1.B4.3 - Obytný priestor + KK	24	754	385	1139
2.B1	2.B1.1 - Hala	20	-9	2	-7
	2.B1.2 - Kúpeľňa	24	180	37	217
	2.B1.3 - Komora	17	-44	-4	-48
	2.B1.4 - Obytný priestor + KK	20	273	313	586
	2.B1.5 - Spáľňa	20	338	166	504
2.B2	2.B2.1 - Hala	20	-63	0	-63
	2.B2.2 - Kúpeľňa	24	110	22	132
	2.B2.3 - Obytný priestor + KK	20	593	388	981
2.B3	2.B3.1 - Hala	20	-44	0	-44
	2.B3.2 - Kúpeľňa	24	244	31	275
	2.B3.3 - Obytný priestor + KK	20	508	266	774
	2.B3.4 - Spáľňa	20	258	183	441
2.B4	2.B4.1 - Hala	20	25	0	25
	2.B4.2 - Kúpeľňa	24	175	20	195
	2.B4.3 - Obytný priestor + KK	20	379	275	654
2.B5	2.B5.1 - Hala	20	3	0	3
	2.B5.2 - Kúpeľňa	24	175	20	195
	2.B5.3 - Obytný priestor + KK	20	355	275	630
2.B6	2.B6.1 - Hala	20	-50	0	-50
	2.B6.2 - Kúpeľňa	24	224	31	255
	2.B6.3 - Obytný priestor + KK	20	508	266	774
	2.B6.4 - Spáľňa	20	258	183	441
2.B7	2.B7.1 - Hala	20	-59	0	-59
	2.B7.2 - Kúpeľňa	24	118	22	140
	2.B7.3 - Obytný priestor + KK	20	593	388	981

2.B8	2.B8.1 - Hala	20	1	2	3
	2.B8.2 - Kúpeľňa	24	172	37	209
	2.B8.3 - Komora	17	-45	-4	-49
	2.B8.4 - Obytný priestor + KK	20	232	313	545
	2.B8.5 - Spáľňa	20	338	166	504
3.B1	3.B1.1 - Hala	20	-2	2	0
	3.B1.2 - Kúpeľňa	24	192	34	226
	3.B1.3 - Komora	16	-40	-5	-45
	3.B1.4 - Obytný priestor + KK	20	220	291	511
	3.B1.5 - Spáľňa	20	339	153	492
3.B2	3.B2.1 - Hala	20	-41	0	-41
	3.B2.2 - Kúpeľňa	24	96	20	116
	3.B2.3 - Obytný priestor + KK	20	454	322	776
3.B3	3.B3.1 - Hala	20	-38	0	-38
	3.B3.2 - Kúpeľňa	24	211	26	237
	3.B3.3 - Obytný priestor + KK	20	259	212	471
	3.B3.4 - Spáľňa	20	164	157	321
3.B4	3.B4.1 - Hala	20	13	0	13
	3.B4.2 - Kúpeľňa	24	153	19	172
	3.B4.3 - Obytný priestor + KK	20	295	267	562
3.B5	3.B5.1 - Hala	20	11	0	11
	3.B5.2 - Kúpeľňa	24	159	19	178
	3.B5.3 - Obytný priestor + KK	20	295	260	555
3.B6	3.B6.1 - Hala	20	-43	0	-43
	3.B6.2 - Kúpeľňa	24	363	26	389
	3.B6.3 - Obytný priestor + KK	20	260	212	472
	3.B6.4 - Spáľňa	20	164	157	321
3.B7	3.B7.1 - Hala	20	41	0	41
	3.B7.2 - Kúpeľňa	24	420	20	440
	3.B7.3 - Obytný priestor + KK	20	421	322	743
3.B8	3.B8.1 - Hala	20	-6	2	-4
	3.B8.2 - Kúpeľňa	24	165	29	194
	3.B8.3 - Komora	17	-41	-4	-45
	3.B8.4 - Obytný priestor + KK	20	220	290	510
	3.B8.5 - Spáľňa	20	334	153	487
4.B1	4.B1.1 - Hala	20	39	2	41
	4.B1.2 - Kúpeľňa	24	215	33	248
	4.B1.3 - Komora	15	-39	-6	-45
	4.B1.4 - Obytný priestor + KK	20	321	231	552
	4.B1.5 - Spáľňa	20	444	153	597
4.B2	4.B2.1 - Hala	20	-15	0	-15
	4.B2.2 - Kúpeľňa	24	263	323	586
	4.B2.3 - Obytný priestor + KK	20	362	262	624
	4.B2.4 - Spáľňa	20	264	160	424
4.B3	4.B3.1 - Hala	20	-12	0	-12
	4.B3.2 - Kúpeľňa	24	264	323	587
	4.B3.3 - Obytný priestor + KK	20	368	262	630
	4.B3.4 - Spáľňa	20	264	160	424
4.B4	4.B4.1 - Hala	20	31	2	33
	4.B4.2 - Kúpeľňa	24	199	352	551
	4.B4.3 - Komora	15	-40	-6	-46
	4.B4.4 - Obytný priestor + KK	20	316	220	536
	4.B4.5 - Spáľňa	20	443	153	596
			19164	14338	33502

2.5 NÁVRH VYKUROVACÍCH PLÔCH

V jednotlivých bytoch budú použité doskové vykurovacie telesa USS Korad [24], v kúpeľniach rúrkové telesa MC Metal [25], v kanceláriách sú navrhnuté lavicové samo stojace konvektory Minib [26]. Výkon telies je navrhnutý na tepelné straty jednotlivých miestností. Všetky telesa sú navrhnuté s teplotným spádom 65/50 °C.

2.5.1 ZOZNAM VYKUROVACÍCH TELIES

Tabuľka 11 Zoznam vykurovacích telies

Byt	Označenie miestnosti	Návrhová teplota [°C]	Tepelné straty Φ_{HLi} [W]	Otopné teleso	Výkon telesa Δt 65/50 [W]	z ₁	z ₂	z ₃	φ	Skutočný výkon telesa Q_{skut} [W]	Pokrytie [%]	Objem [l]
Spoločné priestory	1.01 - Vstupná hala	15	513	KORAD 21VKP (600/700)	722	1	1	1	1	722	141	4,3
	1.02 - Chodba + výťah	15	-384									
	1.03 - Upratovacia miestnosť	15	-32									
	1.04 - Schodisko	13	0									
	2.01 - Chodba + výťah	15	-459									
	2.02 - Schodisko	13	-13									
	3.01 - Chodba + výťah	15	-440									
	3.02 - Schodisko	14	1									
	4.01 - Chodba + výťah	15	-230									
4.02 - Schodisko	14	11										
1.K1 - Kancelária 1	1.K1 - Kancelária 1	20	2406	COIL -SK 1 (230/1500)	1357	1	1	1	1	1357	56	1,0
				COIL -SK 1 (230/1500)	1357	1	1	1	1	1357	56	1,0
	1.K2 - Kancelária 2	20	2788	COIL -SK 1 (230/1250)	1074	1	1	1	1	1074	39	0,8
				COIL -SK 1 (230/1250)	1074	1	1	1	1	1074	39	0,8
				COIL -SK 1 (230/1250)	1074	1	1	1	1	1074	39	0,8
1.B1	1.B1.1 - Hala	20	13									
	1.B1.2 - Kúpeľňa	24	163	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	233	5,7
	1.B1.3 - Obytný priestor + KK	20	1079	KORAD 21VKP (600/800)	697	1	1	1	1	697	65	4,9
KORAD 21VKP (600/800)				697	1	1	1	1	697	65	4,9	
1.B2	1.B2.1 - Hala	20	43									
	1.B2.2 - Kúpeľňa	24	287	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	132	5,7
	1.B2.3 - Komora	15	-49									
	1.B2.4 - Obytný priestor + KK	20	741	KORAD 21VKP (900/700)	848	1	1	1	1	848	115	6,1
				KORAD 21VKP (900/600)	727	1	1	1	1	727	117	5,2
1.B3	1.B3.1 - Hala	20	43									
	1.B3.2 - Kúpeľňa	24	281	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	135	5,7
	1.B3.3 - Komora	15	-49									
	1.B3.4 - Obytný priestor + KK	20	740	KORAD 21VKP (900/700)	848	1	1	1	1	848	115	6,1
				KORAD 21VKP (900/600)	727	1	1	1	1	727	117	5,2
1.B4	1.B4.1 - Hala	20	14									
	1.B4.2 - Kúpeľňa	24	175	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	217	5,7
				KORAD 21VKP (900/500)	606	1	1	1	1	606	53	4,4
KORAD 21VKP (600/800)	697	1	1	1	1	697	61	5,5				
2.B1	2.B1.1 - Hala	20	-7									
	2.B1.2 - Kúpeľňa	24	217	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	175	5,7
	2.B1.3 - Komora	17	-48									
	2.B1.4 - Obytný priestor + KK	20	586	KORAD 21VKP (600/800)	697	1	1	1	1	697	119	5,5
				KORAD 21VKP (900/500)	606	1	1	1	1	606	120	4,4
2.B2	2.B2.1 - Hala	20	-63									
	2.B2.2 - Kúpeľňa	24	132	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	288	5,7
				KORAD 10VKP (600/1200)	515	1	1	1	1	515	53	3,7
KORAD 10VKP (600/1200)	515	1	1	1	1	515	53	3,7				
2.B3	2.B3.1 - Hala	20	-44									
	2.B3.2 - Kúpeľňa	24	275	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	138	5,7
	2.B3.3 - Obytný priestor + KK	20	774	KORAD 21VKP (900/600)	727	1	1	1	1	727	94	5,2
				KORAD 21VKP (900/500)	606	1	1	1	1	606	137	4,4
2.B4	2.B4.1 - Hala	20	25									
	2.B4.2 - Kúpeľňa	24	195	HDR 1300/450	379	1	1	0,95	1	360	194	5,7
				KORAD 21VKP (900/600)	727	1	1	1	1	727	111	5,2

2.6 PRÍPRAVA TEPLEJ VODY (VAR. 1) PODĽA ČSN 06 0320 [27]

2.6.1 ZÁSOBNÍKOVÝ OHREV TEPLEJ VODY

Teplo odobrané a stratené 24 hodinovou cirkuláciou, $z=0,3$:

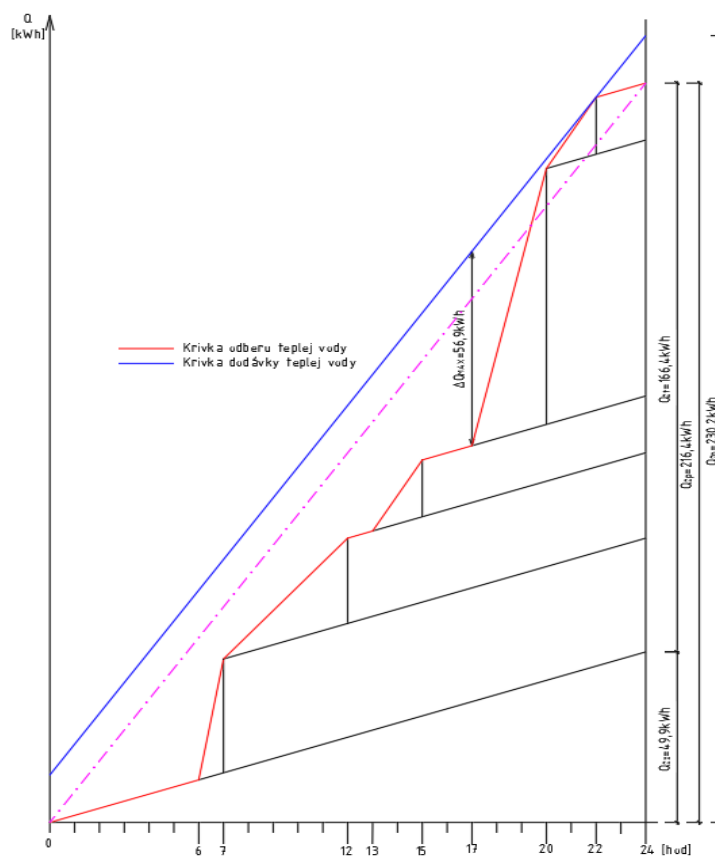
Tabuľka 12 Potreba vody v bytovom dome

Počet osôb	Prevádzka	Potreba [l/(os.deň)]	$V_{deň}$ [l/deň]	$V_{deň}$ [m ³ /deň]	Teplo odobraté Q_{2t} [kWh]	Teplo stratené Q_{2z} [kWh]	Spolu	
Byty	62	BD	50	3100	3,1	162,24	48,67	210,91
Kancelárie	8	Administratíva	10	80	0,08	4,19	1,26	5,44
			3180	3,18	166,43	49,93	216,35	

Odhadované rozdelenie potreby teplej vody počas dňa:

Tabuľka 13 Rozloženie spotreby vody počas dňa

Časový rozsah [h]	Podiel odberu [%]	Teplo odobrané Q_{2t} [kWh]	Teplo stratené Q_{2z} [kWh]	Celkom [kWh]
6-7	20	33,29	9,99	43,27
7-12	15	24,96	7,49	32,45
13 - 15	10	16,64	4,99	21,64
17 - 20	45	74,89	22,47	97,36
20 - 22	10	16,64	4,99	21,64
Spolu	100	166,43	49,93	216,35



Graf 1 Krivka odberu a dodávky TV

Objem zásobníkového ohrievača Vz [m³]

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c_w \cdot \Delta t} = \frac{56,9 \text{ kWh}}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,1 \text{ m}^3$$

Menovitý výkon ohrevu:

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{230,2}{24} = 9,6 \text{ kW}$$

Vypočítaný objem zásobníka je 1,1 m³. Z dôvodu stagnácie vody a predimenzovania zásobníka bude objem zásobníka TV stanovený na základe hodinovej špičky.

2.6.2 VÝPOČET OBJEMU ZÁSObNÍKA NA ZÁKLADĚ HODINOVEJ ŠPIČKY

Návrh ohrevu teplej vody vychádza z hodinovej špičky odberu teplej vody. V tomto prípade o dobu medzi 6 - 7 hodinou, kedy spotreba teplej vody je 20% z celkovej potreby.

$$V_{spi} = \frac{V_{zp} \cdot n}{\tau} = \frac{3,18 \cdot 0,2}{1} = 0,64 \text{ m}^3$$

Výkon ohrevu teplej vody vrátane strateného tepla

$$Q = V_{spi} \cdot 1,163 \cdot \Delta\theta \cdot (1 + z) = 0,64 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) \cdot (1 + 0,3) = 43,5 \text{ kW}$$

Stanovenie veľkosti topnej vložky A (m²)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(65 - 55) - (40 - 10)}{\ln \frac{(65 - 55)}{(40 - 10)}} = 18,2 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_z}{U \cdot \Delta t} = \frac{43500}{420 \cdot 18,2} = 5,7 \text{ m}^2$$

Prepočet skutočného výkonu pre ohrev teplej vody

$$Q_{skut} = V_{skut} \cdot 1,163 \cdot \Delta\theta \cdot (1 + z) = 0,710 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) \cdot (1 + 0,3) = 48,3 \text{ kW}$$

Navrhujem stacionárny zásobník teplej vody s objemom 710 l Dražice OKC 750 NTR/HP [28], ktorý má teplo-výmennú plochu veľkú 7,0 m².

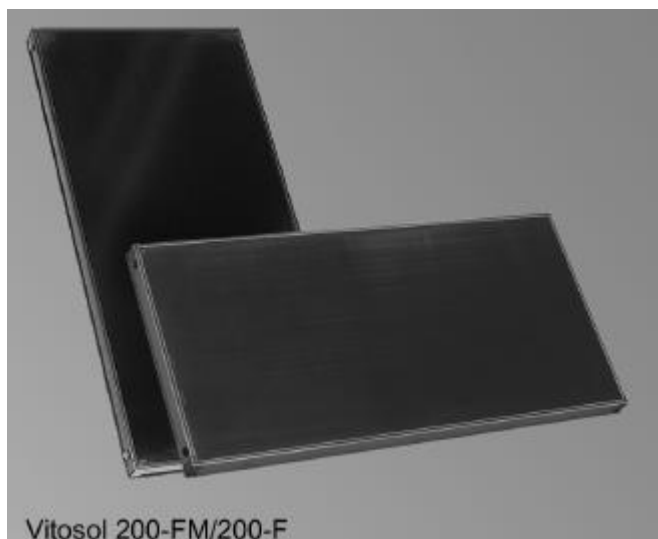
Typ zásobníku		OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
Objem	[l]	352	469	710	930
Max. hmotnosť ohrievače bez vody	[kg]	190	223	259	324
Tloušťka izolácie	[mm]	50	50	80	80
Tepelná vodivosť izolácie	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	0,021		0,032	
Max. pracovná teplota/prietlak v nádobe	[°C]/[bar]	80/10			
Teplosmenná plocha výmenníku *	[m ²]	5,2	6,4	7,0	9,0
Objem výmenníku *	[l]	32	39	47	63
Doba ohrevu výmenníkem z 10 °C na 50 °C *	[min]	26	24	16	
Max. pracovná teplota/prietlak ve výmenníku	[°C]/[bar]	110/10			
Trieda energetickej účinnosti		C			
Statická ztráta	[W]	90	105	130	142

Obrázok 11 Parametre zásobníka OKC 750 NTR/HP [28]

2.7 NÁVRH SOLÁRNEHO SYSTÉMU

Návrh solárneho systému vychádza zo simulačného riešenia (*vid' kap. 3-C*). Bude sa jednať o sústavu s celkovým počtom kolektorov 21 ks. Budú použité dva zásobníky na TV. Jeden priradený zásobník s objemom 2000 l, ktorý bude ohrievaný solárnym okruhom a zásobník s objemom 930 l, ktorý bude dohrievaný pomocným zdrojom, plynovým kotlom.

Pri návrhu a dimenzovaní boli použité ploché kolektory Vitosol 200-FM, typ SV2F [29].



Obrázok 12 Solárny kolektor Vitosol 200- FM, typ SV2F [29]

Základné parametre plochého solárneho panelu:

Celková plocha: 2,51 m²

Plocha absorbéru: 2,31 m²

Plocha apertury: 2,33 m²

Rozmery:

- šírka: 1056 mm
- výška: 2380 mm
- hĺbka: 90 mm

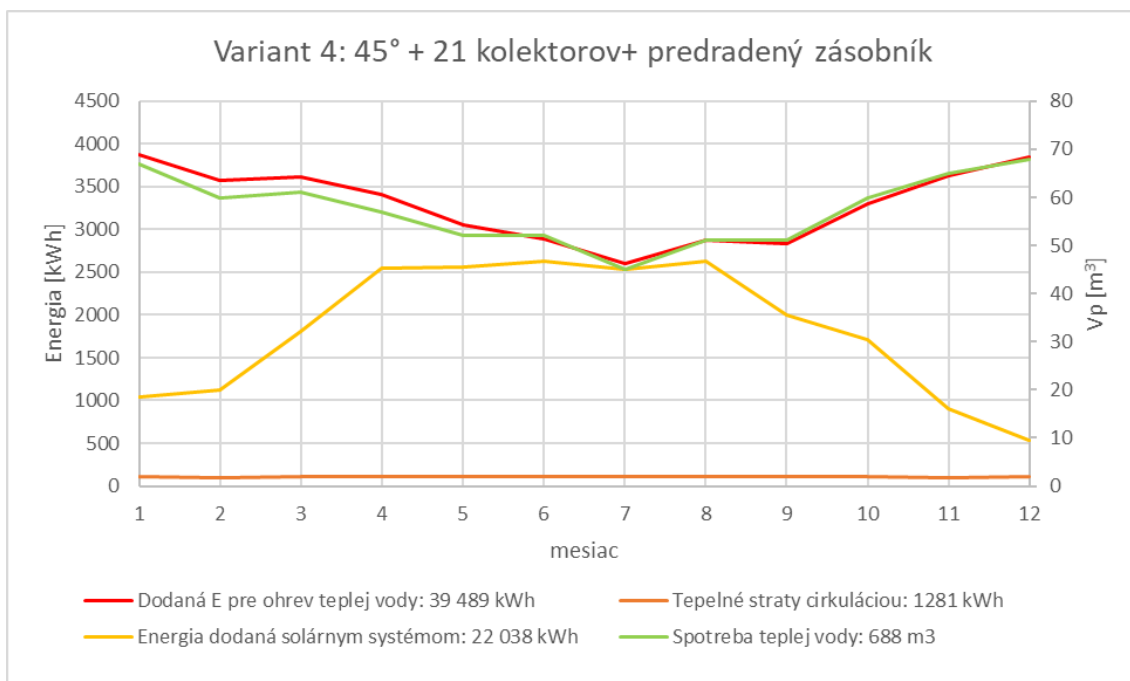
Výkonnostné parametre:

optická účinnosť: 82,3 %

lineárny súčiniteľ tepelnej straty: 4,421 W/(m².K)

kvadratický súčiniteľ tepelnej straty: 0,022 W/(m².K²)

V simulačnom riešení, v programe T*sol (*vid' kap. 3-C*), bolo dokopy vyhodnocovaných 5 variant návrhu solárneho systému s obmenami vstupných údajov. Ako najvýhodnejší sa javil z hľadiska obstarávacích nákladov a solárnych ziskov práve variant číslo 4. so sklonom kolektorov 45 ° a o počte 21 ks.



Graf 2 Ročná bilancia potreby teplej vody a solárnych ziskov

2.7.1 DIMENZOVANIE POTRUBIA SOLÁRNEHO SYSTÉMU

Potrubie solárneho okruhu bude vyhotovené z medeného potrubia izolované tepelnou izoláciou.

Vstupné parametre:

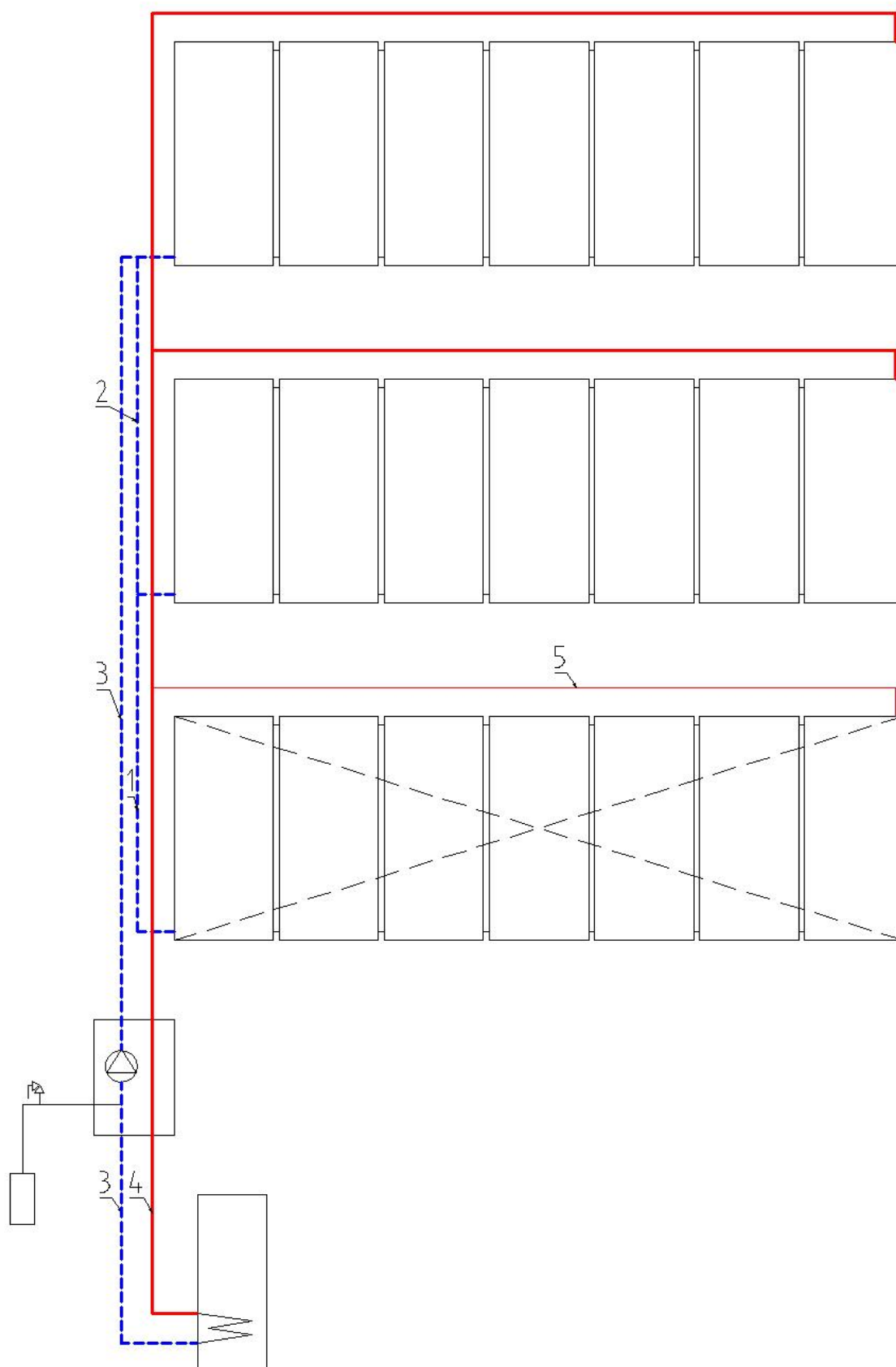
prietok jedným kolektorom: $M = 40 \text{ l/h}$

prietok jedného kolektorového poľa: $M = 40 \text{ l/h} * 7 = 280 \text{ l/h} = 0,81 \text{ m}^3/\text{h}$

Tabuľka 14 Dimenzačná tabuľka solárnych kolektorov

Úsek	Prietok	Dxt	R [Pa/m]	v [m/s]	Dĺžka [m]	Tlaková strata [Pa]			Δp_{DIS} [Pa]
						trením	vrađenými odpormi	zariadeniami a armatúrami	
1	280	18x1	250	0,37	3,5	875	175	28 000	29 050
2	560	22x1	208	0,48	3,5	728	146	0	874
3	840	28x1,5	127	0,46	16,0	2 032	406	9 000	11 438
4	840	28x1,5	127	0,46	15,5	1 969	394	3 000	5 362
5	280	18x1	250	0,37	9,3	2 325	465		2 790
								Spolu	49 514
tlaková strata kolektorov: $\Delta p_{zar} = 4000 * 7 = 28\ 000 \text{ Pa}$									
tlaková strata čerpadlovej skupiny Solar-Divicon PS-20 : $\Delta p_{zar} = 9000 \text{ Pa}$									
tlaková strata predradeného zásobníka: $\Delta p_{zar} = 3000 \text{ Pa}$									

Dimenzačná schéma:

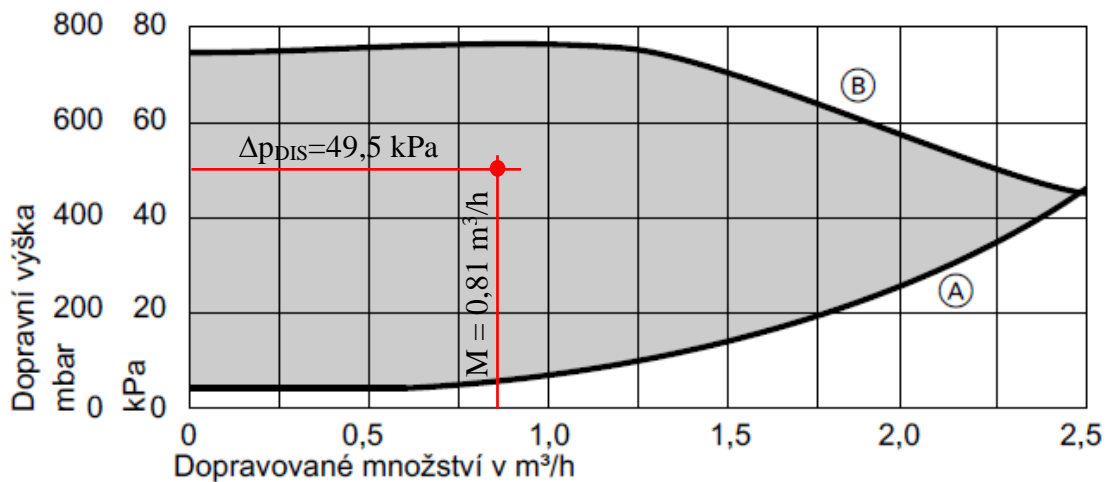


Obrázok 13 Dimenzačná schéma solárnych kolektorov

2.7.2 NÁVRH ČERPADLOVEJ SKUPINY

K solárnemu systému navrhujem čerpadlovú skupinu Solar-Divicon PS 20 [29]. Súčasťou tejto čerpadlovej skupiny je:

- obehové čerpadlo Wilo Yonos Para 15/7,5
- poistná skupina:
 - poistný ventil 6 bar
 - manometer 10 bar
- prietokomer
- 3x uzatvárací ventil
- 2x spätný ventil
- 1x vypúšťací ventil
- 1x odlučovač vzduchu
- 1x plniaci kohút
- pripojenie k expanznej nádobe



Obrázok 14 Pracovná oblasť obehového čerpadla

2.7.3 PRÍPRAVA TV NA ZÁKLADE HODINOVEJ ŠPIČKY (VAR. 2)

Teplo odobrané a stratené 24 hodinovou cirkuláciou, $z=0,3$:

Tabuľka 15 Potreba teplej vody

Počet osôb		Prevádzka	Potreba [l/(os.deň)]	$V_{deň}$ [l/deň]	$V_{deň}$ [m³/deň]	Teplo odobraté Q_{zt} [kWh]	Teplo stratené Q_{zz} [kWh]	Spolu
Byty	62	BD	30	1860	1,86	97,34	29,20	126,55
Kancelárie	8	Administratíva	10	80	0,08	4,19	1,26	5,44
				1940	1,94	101,53	30,46	131,99

Tabuľka 16 Odhadovaná spotreba teplej vody

Časový rozsah [h]	Podiel odberu [%]	Teplo odobrané Q_{2t} [kWh]	Teplo stretené Q_{2z} [kWh]	Celkom [kWh]
6-7	20	20,31	6,09	26,40
7-12	15	15,23	4,57	19,80
13 - 15	10	10,15	3,05	13,20
17 - 20	45	45,69	13,71	59,39
20 - 22	10	10,15	3,05	13,20
Spolu	100	101,53	30,46	131,99

Návrh ohrevu teplej vody vychádza z hodinovej špičky odberu teplej vody. V tomto prípade o dobu medzi 6 - 7 hodinou, kedy spotreba teplej vody je 20% z celkovej potreby.

$$V_{\text{špi}} = \frac{V_{2p} \cdot n}{\tau} = \frac{1,94 \cdot 0,2}{1} = 0,39 \text{ m}^3$$

Výkon ohrevu teplej vody vrátane strateného tepla:

$$Q_{\text{špi}} = V_{\text{špi}} \cdot 1,163 \cdot \Delta\theta \cdot (1 + z) = 0,93 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) \cdot (1 + 0,3) = 63,3 \text{ kW}$$

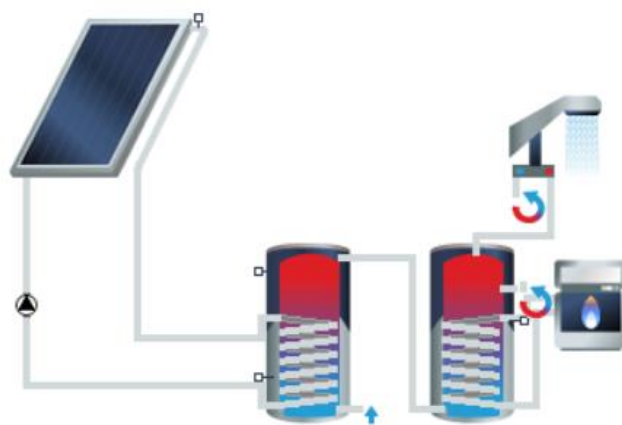
Objem vody, ktorý sa ohreje výkonom 45 kW za jednu hodinu:

$$V_{\text{špi}} = \frac{Q}{1,163 \cdot \Delta\theta \cdot (1 + z)} = \frac{45,0}{1,163 \cdot (55 - 10) \cdot (1,0 + 0,3)} = 0,66 \text{ m}^3$$

Skutočná dĺžka ohrevu teplej vody pri výkone zdroja 45 kW:

$$\tau = \frac{Q_{\text{špi}}}{Q} = \frac{63,3}{45,0} = 1,41 \text{ h} = 1 \text{ h } 24 \text{ min}$$

Na základe simulácie (vid' kap. 3-C) navrhujem predradený zásobník, ktorý bude ohrievaný solárnym systémom, Ivar.Euro WW 2000 [30] s objemom 2000 l a zásobník na teplú vodu Ivar.EuroMAX WWM 1000, ktorý bude dohrievaný plynovým kotlom s objemom 900 l [30].



Obrázok 15 Schematické zapojenie zásobníkov, model T*sol [31]

2.7.4 NÁVRH EXPANZNEJ NÁDOBY A MEDZIĽAHLEJ NÁDOBY

2.7.4.1 NÁVRH EXPANZNEJ NÁDOBY SOLÁRNEHO SYSTÉMU

Návrh expanznej nádoby je spočítaný podľa podkladov výrobcu solárnych kolektorov.

$$V_{EXN} = (V \cdot \beta + V_s + V_k) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_o}$$

Objem solárneho systému V [l] a súčiniteľ β :

Hodnota objemu systému je súčet jednotlivých zariadení:

- objem kolektorov: 38,4 l
 - objem výmenníku TV: 21 l
 - objem potrubia: 24,6 l
- 83,98 l

Súčiniteľ β je koeficient rozťažnosti: $\beta = 0,1$

Objem teplonosnej látky v expanznej nádobe V_s [l]:

4% objemu solárneho systému V, minimálne 3 l

$$V_s = 0,04 \cdot V = 0,04 \cdot 83,98 = 3,36 \text{ l}$$

Objem kvapaliny v kolektoroch V_k [l]:

$$V_k = 38,4 \text{ l}$$

p_o [kPa] najnižší prevádzkový pretlak, ktorý udáva výrobca vzt'ahom:

$$p_o = 300 \text{ kPa} + 10 \cdot \text{statická výška} = 300 + 10 \cdot 16 = 460 \text{ kPa}$$

p_e [kPa] najvyšší prevádzkový pretlak:

p_e je 90 % otváracieho pretlaku poistného ventilu 600 kPa

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

Objem expanznej nádoby:

$$V_{EXN} = (V \cdot \beta + V_s + V_k) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_o} = (83,98 \cdot 0,1 + 3,36 + 38,4) \cdot \frac{(540+100)}{(540-460)} = 402 \text{ l}$$

Navrhujem expanznú nádobu Flexcon Solar 425 s objemom 425 l [32].

2.7.4.2 NÁVRH MEDZIĽAHLEJ NÁDOBY PRED EXPANZNOU NÁDOBOU

Objem kolektorov a potrubia v parnej oblasti nad spodnou hranou kolektorov:

$$V_{KOL,tr} = 38,4 \text{ l}$$

Objem potrubia pod spodnou hranou kolektorov až po čerpadlovú skupinu: $V_{tr} = 16,2 \text{ l}$

$$V_{MN} = V_{KOL,tr} - V_{tr} = 38,4 - 16,2 = 22,2 \text{ l}$$

Navrhujem medziľahlú nádobu Flexcon V-B, 10,0 bar s objemom 50 l [32].

2.8 NÁVRH ZDROJA TEPLA

Navrhovaný tepelný výkon pre vykurovanie:	$Q_{VYT} = 42,8 \text{ kW}$
Potreba tepla na prípravu TV:	$Q_{TV} = 48,3 \text{ kW}$
Potreba tepla pre VZT:	$Q_{VZT} = 0 \text{ kW}$
Potreba tepla pre technológie:	$Q_{TECH} = 0 \text{ kW}$

Výpočet požadovaného výkonu zdroja pre VARIANT 1:

$$\text{a) } Q_{PRIP,a} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} + Q_{TECH} = 0,7 \cdot 42,8 + 0 + 48,3 + 0 = 78,3 \text{ kW}$$

$$\text{b) } Q_{PRIP,b} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH} = 42,8 + 0 + 0 = 42,8 \text{ kW}$$

Výkon zdroja potrebný pre vykurovanie a prípravu TV:

$$Q_{PRIP} = \max \{Q_{PRIP,a}; Q_{PRIP,b}\} = \max \{78,3; 42,8\} = 78,3 \text{ kW}$$

Výpočet požadovaného výkonu zdroja pre VARIANT 2 (pre minimálne solárne zisky):

$$\text{a) } Q_{PRIP,a} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} + Q_{TECH} = 0,7 \cdot 42,8 + 0 + 63,3 + 0 = 93,3 \text{ kW}$$

$$\text{b) } Q_{PRIP,b} = Q_{VYT} + Q_{VZT} + Q_{TECH} = 42,8 + 0 + 0 = 42,8 \text{ kW}$$

Výkon zdroja potrebný pre vykurovanie a prípravu TV:

$$Q_{PRIP} = \max \{Q_{PRIP,a}; Q_{PRIP,b}\} = \max \{93,3; 42,8\} = 93,3 \text{ kW}$$

Variant 1:

Navrhujem 2 x plynový kondenzačný kotol THERM 45 KD.A [33] s menovitým tepelným výkonom jedného kotla 45,0 kW. Kaskáda bude v zimnom období slúžiť ako zdroj pre vykurovanie a prípravu TV. V letnom období pre prípravu TV. Pri inštalácii kotlov 2 x 45 kW bude k dispozícii 50 % záloha.

Variant 2:

V letnom období bude potrebný výkon k ohrevu teplej vody dodaný solárnym systémom, plynový kotol s výkonom 45 kW bude slúžiť pre prípadný dohrev ako záloha. V zimnom období sa o nedostatočné pokrytie potreby slnečných kolektorov postará kaskáda kotlov 2 x 45 kW a možnosť pripojenia elektrického vykurovacieho článku do zásobníka TV.

V oboch prípadoch je technická miestnosť považovaná za miestnosť s plynovým spotrebičom, pretože výkon jedného kotla nepresiahol 50 kW a zároveň súčet jednotlivých výkonov kotlov nepresahuje 100 kW.

Technický popis	Jedn.	THERM 45 KD.A	
Palivo	-	zemní plyn	
Kategorie spotřebiče	-	I_{2H}, I_{2E}	
Provedení	-	$C_{13}, C_{33}, C_{43}, C_{53}, C_{63}, C_{83}$	
Jmenovitý tepelný příkon	kW	42,50	
Minimální tepelný příkon	kW	12,25	
Jmenovitý tepelný výkon při	$\Delta t = 80/60 \text{ } ^\circ\text{C}$	kW	41,70
	$\Delta t = 50/30 \text{ } ^\circ\text{C}$	kW	45,00
Minimální tepelný výkon při	$\Delta t = 50/30 \text{ } ^\circ\text{C}$	kW	13,00
Vrtání dny plynu	mm	10	
Přetlak plynu na vstupu spotřebiče	mbar	20	
Spotřeba plynu	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	1,28 – 4,52	
Max. přetlak topného systému	bar	3,0	
Min. přetlak topného systému	bar	0,8	
Max. výstupní teplota topné vody	$^\circ\text{C}$	80	
Průměr koaxiálního odtahu spalin	mm	80/125	
Průměrná teplota spalin	$^\circ\text{C}$	50	
Využitelný přetlak ventilátoru	Pa	80	
Max. hlučnost dle ČSN 01 16 03	dB (A)	54	
Účinnost kotle	%	98 – 106	
Třída NOx kotle	-	5	
Jmenovité napájecí napětí / frekvence	V / Hz	230 / 50 ~	
Pomocná elektrická energie při	jmenovitým tepelném příkonu	W	141,4
	částečným zatížením	W	94,6
	pohotovostním stavu	W	4,4
Jmenovitý proud pojistky spotřebiče	A	2	
Stupeň krytí el. částí	-	IP 41 (D)	
Prostředí dle ČSN 33 2000 – 3	-	základní AA5 / AB5	
Rozměry kotle: výška / šířka / hloubka	mm	800 / 430 / 370	
Hmotnost kotle	kg	45	

Obrázok 16 Technické parametre kotla Therm 45 KD.A [33]

2.9 DIMENZOVANIE A HYDRAULICKÉ POSÚDENIE POTRUBIA

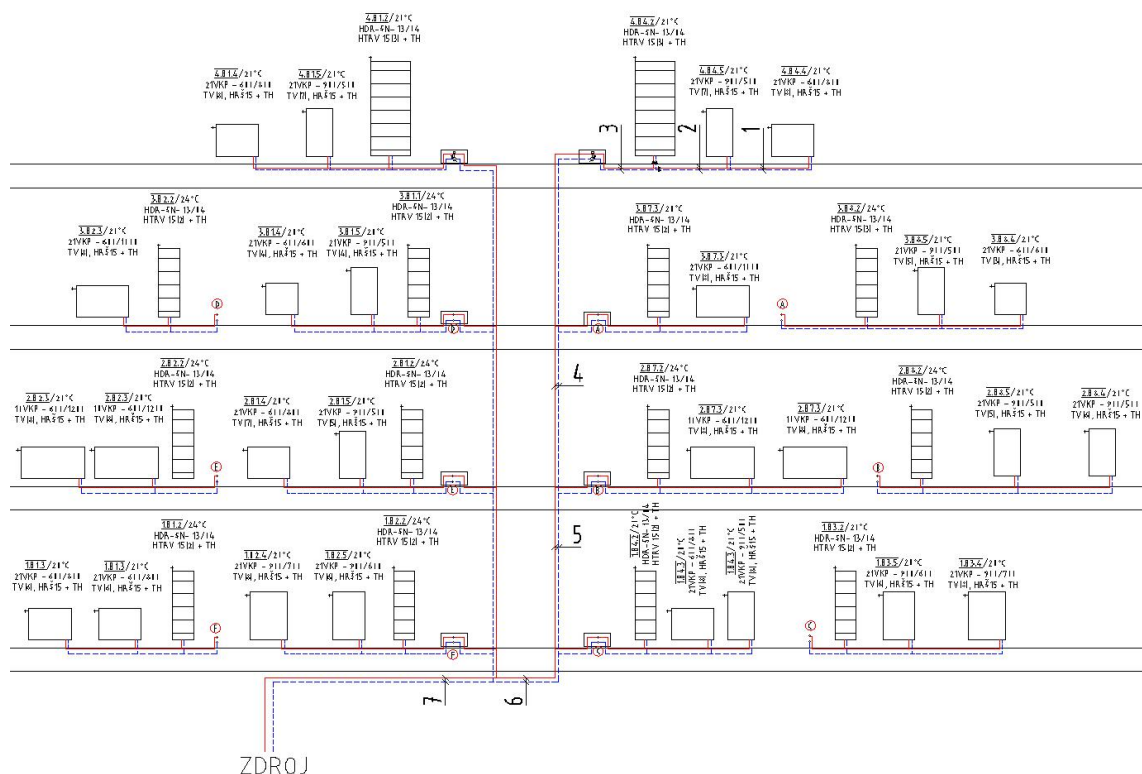
2.9.1 POPIS VYKUROVACEJ SÚSTAVY

Vykurovacia sústava je dvojrúrková s vertikálnym a horizontálnym rozvodom. Sú navrhnuté 3 vykurovacie vetvy pre kancelárie, byty Sever a byty Juh. Teplotný spád vykurovacej sústavy je 65/50 °C. Suterén je nevykurovaný.

V objekte sa nachádzajú tri typy telies. Doskové vykurovacie telesá Ventil Kompakt (VK) [24], rúrkové vykurovacie telesá do kúpeľní [25] a lavicové, samo stojace konvektory [26] do kancelárií. Telesá ventil kompakt majú v sebe zabudovanú termostatickú vložku Heimeier 4360 [24] s 8 polohami nastavenia ventilu. Rúrkové telesá budú napojené pomocou pripojovacej armatúry s prednastavením Herz TS-3000 [34]. Lavicové konvektory budú napojené podľa pripojovacích regulačných armatúr Herz-TS-90 a RL 5 [34] do spiatočky.

Na typickom podlaží sú umiestnené 4 skrinky, v ktorých sa nachádzajú vetvy pre dva byty. Každému bytu prináležia uzatváracie ventily, filter a kalorimeter Sharky. Na vstupe potrubia do rozdeľovačov budú umiestnené vyvažovacie ventily STAD [35]. Ďalej budú vyvažovacie ventily použité na pätách stúpačiek, jednotlivých vetvách od rozdeľovača a zberača v technickej miestnosti a pred chodbovými rozdeľovačmi.

V tomto dokumente sú uvedené kritické vetvy a rozvody technickej miestnosti. Všetky dimenzačné tabuľky vykurovacej sústavy sú priložené v prílohe P[2].



Obrázok 17 Dimenzačná schéma vetvy Juh

2.9.2 DIMENZOVANIE VYKUROVACÍCH VETIEV

Vetva Juh – stúpačka UK 6, kritická vetva

Tabuľka 17 Dimenzovanie kritického okruhu vetvy Juh

Byt 4.B4 - Vetva Juh												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R.l+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzovanie základneho okruhu, OT v miestnosti 4.B4.4/20°C												
1	606	34,7	8,0	15x1	5,6	0,07	44,8	8,4	21	310	375	375
2	1303	74,7	6,6	15x1	38,1	0,16	251,5	0,9	12	0	263	638
3	1967	112,8	15,9	18x1	29,1	0,16	462,7	0,9	12	1000	1474	2113
4	4785	274,3	5,7	22x1	48	0,25	273,6	0,9	28	0	302	2414
5	7785	446,3	5,7	28x1,5	38,8	0,26	221,2	0,9	30	0	252	2666
6	11421	654,7	7,4	28x1,5	76,6	0,38	566,8	6,9	498	0	1065	3731
7	22267	1276,4	3,2	35x1,5	73,3	0,44	234,6	6,9	668	4130	5032	8763
$\Sigma\xi_1 = 4x \text{ koleno} + OT + zúž. + rozš. = 4 * 1,3 + 3 + 0,04 + 0,2 = 8,44$												
$\Sigma\xi_2 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_3 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_4 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_5 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_6 = 4x \text{ koleno} + \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 4 * 1,5 + 0,3 + 0,6 = 6,9$												
$\Sigma\xi_7 = 8x \text{ koleno} + \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 4 * 1,5 + 0,3 + 0,6 = 6,9$												
Prednastavenie ventilu: TRV (8), $\Delta p = 220$ Pa, Herz 3000: $\Delta p = 90$ Pa										$\Delta p_{RV} = 220 + 90 = 310$ Pa		
Merač tepla Sharky 775 DN20, kvs = 7,91 m ³ /h :										$\Delta p_{zar} = 2600$ Pa		
Filter DN25: kv=10,4										$\Delta p_{zar} = 1530$ Pa		

Vetva Sever – stúpačka UK 4, kritická vetva

Tabuľka 18 Dimenzovanie kritického okruhu vetvy Sever

Byt 4.B3 - Vetva Sever												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R.l+Z+ Δp_{RV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzovanie základneho okruhu, OT v miestnosti 4.B3.3/20°C												
1	697	40,0	7,8	15x1	9,4	0,09	73,3	8,4	34	420	528	528
2	1220	69,9	4,8	15x1	34,1	0,15	163,7	0,9	10	0	174	701
3	1884	108,0	15,9	18x1	26	0,15	413,4	0,9	10	1000	1424	2125
4	4210	241,3	5,7	22x1	38,3	0,22	218,3	0,9	22	0	240	2365
5	7028	402,9	23,2	22x1	96,8	0,37	2245,8	13,9	951	0	3197	5562
6	14056	805,7	3,2	28x1,5	112,6	0,47	360,3	0,9	99	2790	3250	8812
$\Sigma\xi_1 = 4x \text{ koleno} + OT + zúž. + rozš. = 4 * 1,3 + 3 + 0,04 + 0,2 = 8,4$												
$\Sigma\xi_2 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_3 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_4 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_5 = 10x \text{ koleno} + \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 10 * 1,3 + 0,3 + 0,6 = 13,9$												
$\Sigma\xi_6 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
Prednastavenie ventilu: TRV (8), $\Delta p = 300$ Pa, Herz 3000: $\Delta p = 120$ Pa										$\Delta p_{RV} = 300 + 120 = 420$ Pa		
Filter DN25: kv=10,4										$\Delta p_{zar} = 630$ Pa		
Merač tepla Sharky 775 DN15, k _{vs} = 5,48 m ³ /h:										$\Delta p_{zar} = 2160$ Pa		

Vetva Kancelárie – stúpačka UK 2, kritická vetva

Tabuľka 19 Dimenzovanie kritického okruhu vetvy Kancelárie

Kancelária 1.K2 - Vetva kancelárie												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_R v [Pa]	Δp_{ois} [Pa]
Dimenzovanie základného okruhu, OT v miestnosti 1.K2/20°C												
1	1074	61,6	8,6	15x1	25,9	0,13	222,7	8,4	71	1420	1714	1714
2	2148	123,1	4,0	18x1	32	0,17	128,0	0,9	13	0	141	1855
3	3944	226,1	19,6	22x1	32,4	0,20	635,0	5,4	108	0	743	2598
4	6658	381,7	11,4	22x1	83,2	0,34	948,5	6,1	353	3780	5081	7679
$\Sigma\xi_1 = 4x \text{ koleno} + OT + zúž. + rozš. = 4*1,3 + 3 + 0,04 + 0,2 = 8,4$												
$\Sigma\xi_2 = \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 0,3 + 0,6 = 0,9$												
$\Sigma\xi_3 = 4x \text{ koleno} + zúž. + rozš. = 4*1,3 + 0,04 + 0,2 = 5,4$												
$\Sigma\xi_4 = 4x \text{ koleno} + \text{priechod (rozdelenie, spojenie)} = 4*1,3 + 0,3 + 0,6 = 6,1$												
Prednastavenie ventilu: TRV (9), $\Delta p = 1310 \text{ Pa}$, RL5: $\Delta p = 110 \text{ Pa}$									$\Delta p_{RV} = 1310 + 110 = 1420 \text{ Pa}$			
Filter DN20: kv=6,3									$\Delta p_{zar} = 380 \text{ Pa}$			
Merač tepla Sharky 775 DN15, kvs = 2,06 m ³ /h:									$\Delta p_{zar} = 3400 \text{ Pa}$			

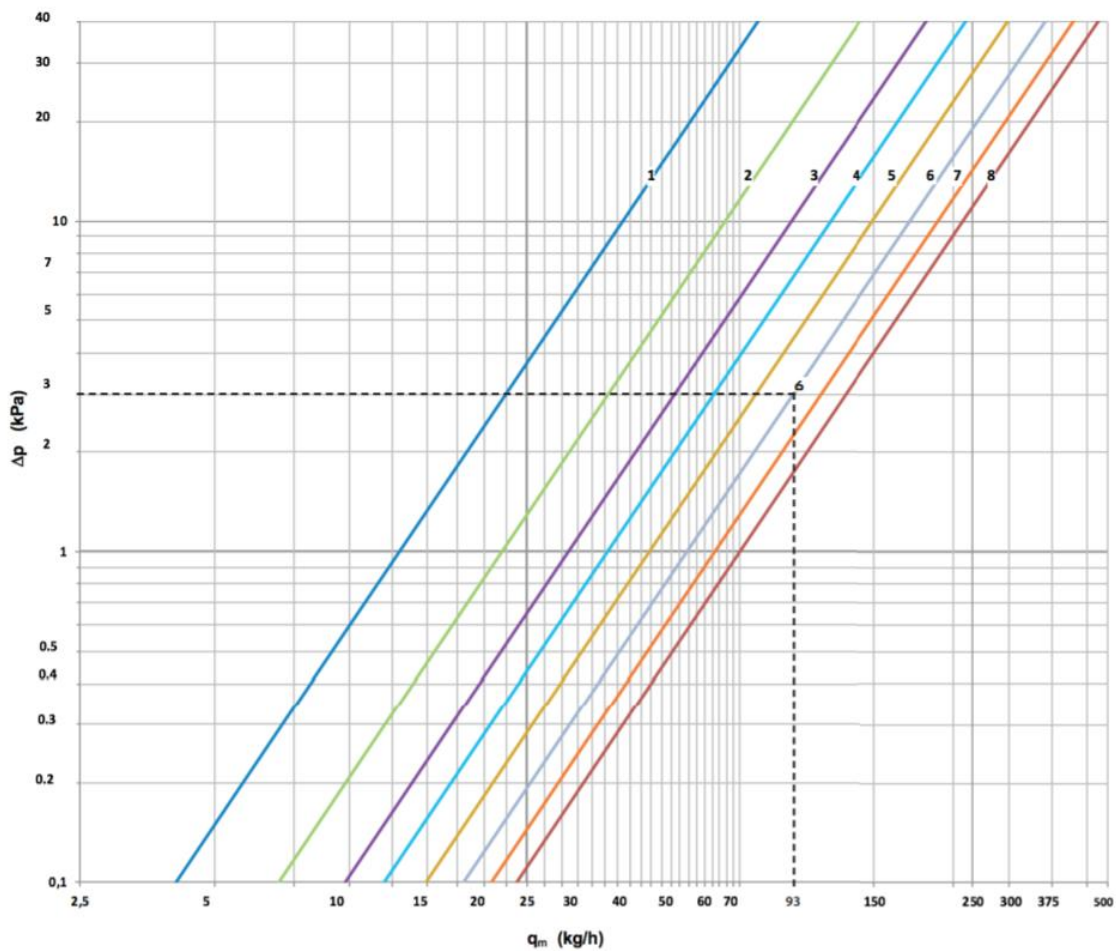
2.9.3 DIMENZOVANIE ROZVODOV V TECHNICKEJ MIESTNOSTI

Tabuľka 20 Dimenzovanie rozvodov technickej miestnosti

Úsek zásobníka teplej vody												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_R v [Pa]	Δp_{ois} [Pa]
1	44600	1534,0	11,2	35x1,5	121	0,58	1355,2	39,3	6610	9760	17725	17725
$\Sigma\xi = 6x \text{ koleno} + 6x \text{ guľový kohút} + R + Z = 6*1,3 + 6*5 + 1 + 0,5 = 39,3$												
Zásobník OKC 750 NTR/HP: $\Delta p_{RV} = 4500 \text{ Pa}$									$\Delta p_{RV} = 4500 + 850 + 4410 = 9760 \text{ Pa}$			
Filter DN32: $\Delta p_{RV} = 1050 \text{ Pa}$												
Merač tepla Sharky 775 DN20, kvs = 7,91 m ³ /h: 4410 Pa												
Úsek R+Z a HVDT												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_R v [Pa]	Δp_{ois} [Pa]
1	88278,0	4037,7	5,0	DN50	80	0,57	400,0	14,1	2291	1620	4311	4311
$\Sigma\xi = 2x \text{ koleno} + 2x \text{ guľový kohút} + R + Z = 2*1,3 + 2*5 + 1 + 0,5 = 14,1$												
Filter DN50: $\Delta p = 1620 \text{ Pa}$												
M = 1661,22 + 2504 =				4037,72		kg/h		Dopočet teploty vratnej vody =				46,20
Dimenzovanie kotloveho okruhu pre 1 kotol - navýšenie prietoku o 10%												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_R v [Pa]	Δp_{ois} [Pa]
1	44139,0	2220,7	1,0	DN32	252	0,77	252,0	2,0	593	6850	7695	7695
Filter DN32: $\Delta p = 2000 \text{ Pa}$									$\Delta p_{RV} = 2000 + 4850 = 6850 \text{ Pa}$			
Odkalovač Spirovel Kal DN25: $\Delta p_{RV} = 4850 \text{ Pa}$												

2.9.4 ZÁKLADNÉ ARMATÚRY VYKUROVACEJ SÚSTAVY

Návrhový diagram termostatickej vložky Heiemeier 4360 telies VK:



Obrázok 18 Návrhový diagram termostatickej vložky Heiemeier 4360 [24]

Nastavenie prietoku ventilovou vložkou								
	1	2	3	4	5	6	7	8
K_{vs}	0,16	0,27	0,38	0,43	0,65	0,98	1,23	1,43
K_v	0,13	0,22	0,31	0,38	0,47	0,57	0,66	0,75
hodnota [m ³ /h]								

Obrázok 19 K_v hodnoty termostatickej vložky [24]

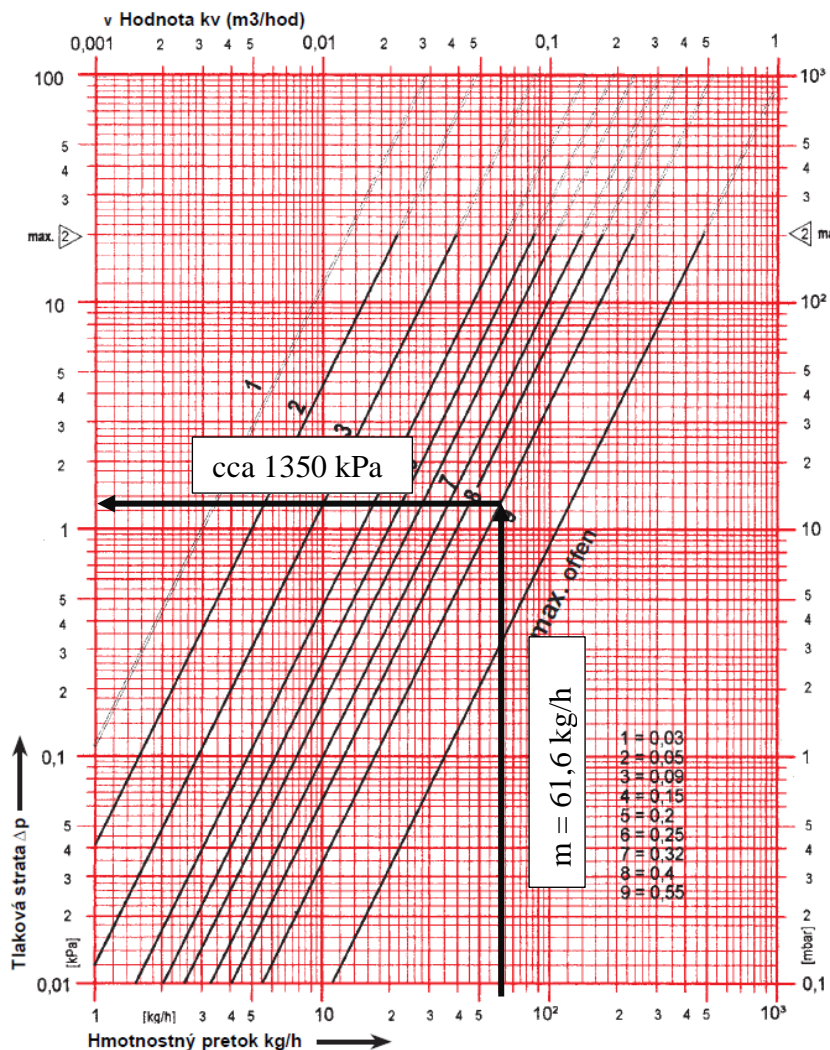
Návrhový diagram termostatického ventilu TS-90-V [34], ktorý je osadený na lavicových konvektoroch Minib:

Tabuľka 21 Príklad dimenzovania vykurovacích telies kancelárie K2

OT v miestnosti 1.K2/20°C												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_v [Pa]	R.l+Z+ Δp_v [Pa]	Δp_{pis} [Pa]
1a	1074	61,6	0,8	15x1	25,9	0,13	20,7	3,9	33	180	234	1741
2a	1796	103,0	4,0	18x1	26	0,15	104,0	0,9	10	0	114	1855
RL1: $\Delta p = 180$ Pa												
Pomocný výpočet = 1741-234= 1507 Pa												
Nastavenie ventilu: Herz - TS - 90 -V => NASTAVENIE VENTILU (9)												

Prietok vykurovacím ventilom: 61,6 kg/h

Tlak k vyregulovaniu na ventile: 1741 – 234 = 1507 kPa



Obrázok 20 Návrhový diagram termostatického ventilu TS-90-V [34]

Na regulačnom ventile sa podarilo vyregulovať cca 1350 kPa.

Na spätočku bude použitý ventil Herz RL-5 otvorený na maximálnu polohu s $kv=1,9$.

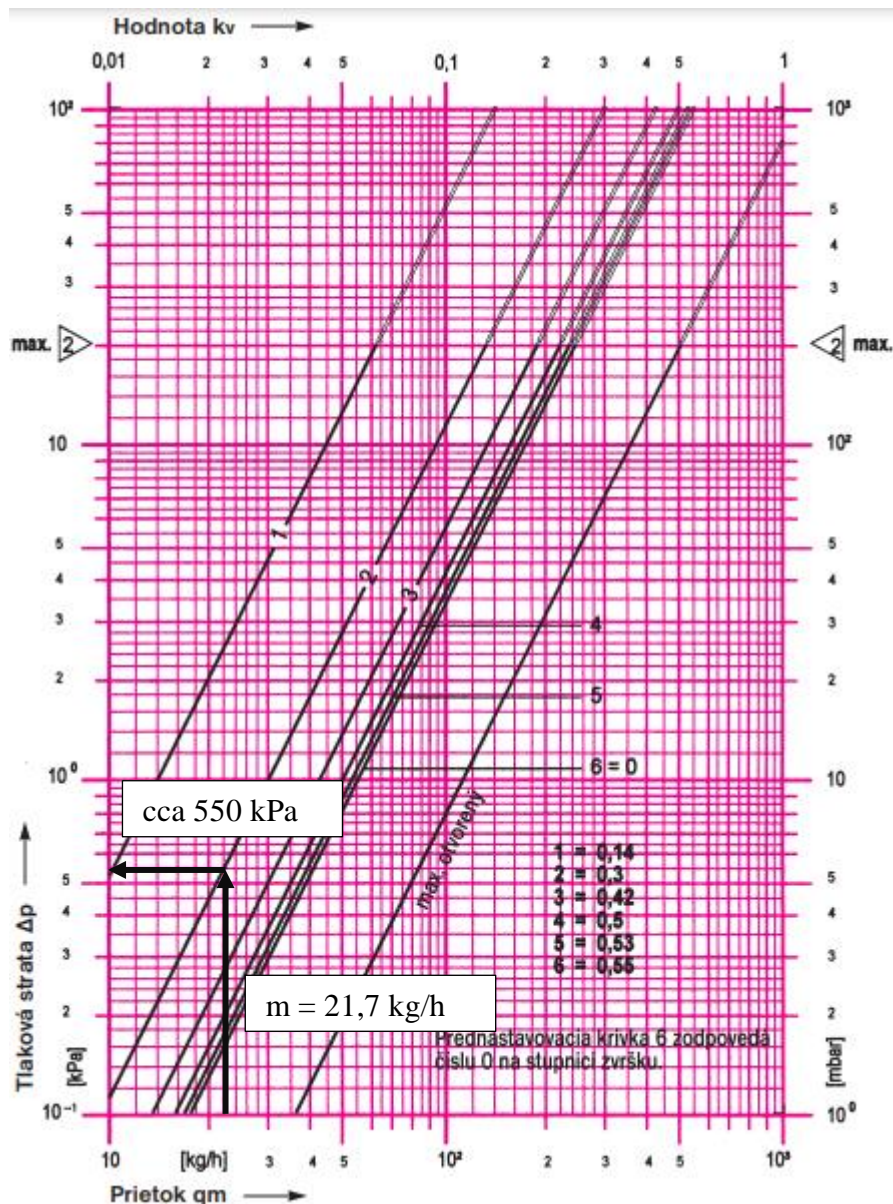
Návrhový diagram termostatického ventilu Herz-TS-3000 [34], ktorý je osadený na vykurovacích rebríkoch v kúpeľniach:

Tabuľka 22 Příklad dimenzovania vykurovacieho rebríkového telesa v kúpeľni

OT v miestnosti 2.B7.2/24 °C												
č. ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN Dxt	R [Pa/m]	w [m/s]	R.l [Pa]	$\Sigma\xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_v [Pa]	R.l+Z+ Δp [Pa]	Δp_{ois} [Pa]
1a	379	21,7	4,6	15x1	4	0,05	18,4	3,9	5	60	83	679
Pomocný výpočet = 679-83 = 595 Pa												
Nastavenie ventilu: Herz - TS - 3000 => NASTAVENIE VENTILU (2)												

Prietok vykurovacím ventilom: 21,7 kg/h

Tlak k vyregulovaniu na ventile: 679 – 83 = 595 kPa



Obrázok 21 Návrhový diagram termostatického ventilu Herz-TS-3000 [34]

Na regulačnom ventile sa podarilo vyregulovať cca 550 kPa.

2.10 NÁVRH OBEHOVÝCH ČERPADIEL

Dimenzačné tabuľky uvádzajú tlakovú stratu vetvy bez započítania tlakových strát trojcestného zmiešavacieho ventilu ESBE [36] a vyvažovacích ventilov STAD [35] na vyrovnanie jednotlivých vetiev. V tejto kapitole budú tieto parametre dopočítané na základe autority ventilov. Všetky obehové čerpadlá sú navrhnuté pomocou dimenzačnej pomôcky na stránkach Grundfos [37].

2.10.1 NÁVRH TROJCESTNÝCH ZMIEŠAVACÍCH VENTILOV

VETVA JUH:

tlaková strata vetvy: $\Delta p = 8763 \text{ Pa}$

hmotnostný prietok: $M = 1276,4 \text{ kg/h}$

Trojcestný zmiešavací ventil ESBE VRG 131:

Autorita ventilu: $P_v = 0,5$

Tlaková strata ventilu:

$$\Delta p_s = P_v \cdot \Delta p = 0,5 \cdot 8763 = 4381,5 \text{ Pa} = 4,381 \text{ kPa}$$

Návrh hodnoty K_{vs} ventilu ESBE VRG 131:

$$K_{vs} = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_s}} = 0,01 \cdot \frac{1276,4}{\sqrt{4,381}} = 5,8 \text{ m}^3/h$$

Navrhujem trojcestný zmiešavací ventil **ESBE VRG 131 DN 25, $K_{vs} = 6,3$** .

Skutočná tlaková strata zmiešavacieho ventilu ESBE VRG 131 DN 25, $K_{vs} = 6,3$ ventilu:

$$\Delta p_{s1} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{1276,4}{6,3}\right)^2 = 4,105 \text{ kPa}$$

VETVA SEVER:

tlaková strata vetvy: $\Delta p = 8812 \text{ Pa}$

hmotnostný prietok: $M = 805,7 \text{ kg/h}$

Trojcestný zmiešavací ventil ESBE VRG 131:

Autorita ventilu: $P_v = 0,5$

Tlaková strata ventilu:

$$\Delta p_s = P_v \cdot \Delta p = 0,5 \cdot 8812 = 4406 \text{ Pa} = 4,406 \text{ kPa}$$

Návrh hodnoty K_{vs} ventilu ESBE VRG 131:

$$K_{vs} = 0,01 \cdot \frac{M}{\sqrt{\Delta p_s}} = 0,01 \cdot \frac{805,7}{\sqrt{4,406}} = 3,8 \text{ m}^3/h$$

Navrhujem trojcestný zmiešavací ventil **ESBE VRG 131 DN 20, $K_{vs} = 4,0$** .

Skutočná tlaková strata zmiešavacieho ventilu ESBE VRG 131 DN 20, $K_{vs} = 4,0$ ventilu:

$$\Delta p_{s1} = \left(0,01 \cdot \frac{M}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{805,7}{4,0}\right)^2 = 4,057 \text{ kPa}$$

VETVA KANCELÁRIE:

tlaková strata vetvy: $\Delta p = 7679 \text{ Pa}$

hmotnostný prietok: $M = 381,7 \text{ kg/h}$

Trojcestný zmiešavací ventil ESBE VRG 131:

Autorita ventilu: $P_v = 0,5$

Tlaková strata ventilu:

$$\Delta p_s = P_v \cdot \Delta p = 0,5 \cdot 7679 = 3839 \text{ Pa} = 3,839 \text{ kPa}$$

Návrh hodnoty K_{vs} ventilu ESBE VRG 131:

$$K_{vs} = 0,01 \cdot \frac{M}{\sqrt{\Delta p_s}} = 0,01 \cdot \frac{381,7}{\sqrt{3,839}} = 1,94 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhujem trojcestný zmiešavací ventil **ESBE VRG 131 DN 15, $K_{vs} = 2,5$** .

Skutočná tlaková strata zmiešavacieho ventilu ESBE VRG 131 DN 15, $K_{vs} = 2,5$:

$$\Delta p_{s1} = \left(0,01 \cdot \frac{M}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{381,7}{2,5}\right)^2 = 2,331 \text{ kPa}$$

2.10.2 NÁVRH VYVAŽOVACÍCH VENTILOV

Tabuľka 23 Prehľad tlakových strát jednotlivých vetiev

Prehľad tlakových strát	Δp [Pa]	Δp_{s1} [kPa]	spolu [Pa]
Vetva Juh	8 763	4 105	12 868
Vetva Sever	8 812	4 057	12 869
Vetva Kancelárie	7 679	2 331	10 010
Vetva TV	17 725	-	17 725

Δp tlaková strata vetvy [Pa]

Δp_{s1} tlaková strata trojcestného zmiešavacieho ventilu [Pa]

Vetva TV:

Na vetvu ohrevu teplej vody bude navrhnutý vyvažovací ventil STAD, ktorý bude plne otvorený.

Vstupné parametre:

tlaková strata vetvy: $\Delta p = 17 725 \text{ Pa} = 17,725 \text{ kPa}$

hmotnostný prietok: $M = 1661,2 \text{ kg/h}$

Navrhujem vyvažovací ventil **STAD DN 25, nastavenie otáčok ventilu: 4 $k_v = 8,59$** .

Výpočet tlakovej straty plne otvoreného ventilu STAD:

$$\Delta p_{s2} = \left(0,01 \cdot \frac{M}{K_v}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{1661,2}{8,59}\right)^2 = 3,74 \text{ kPa}$$

Celková tlaková strata vetvy ohrevu teplej vody:

$$\Delta p_{dis} = 17,725 + 3,74 = 21,465 \text{ kPa}$$

Vetva Juh:

tlaková strata vetvy: $\Delta p = 12\,868 \text{ Pa} = 12,868 \text{ kPa}$

hmotnostný prietok: $M = 1276,4 \text{ kg/h}$

Dispozičný tlak potrebný k vyregulovaniu:

$$\Delta p_{dis} = 21,465 - 12,868 = 8,597 \text{ kPa}$$

Výpočet kv hodnoty vyvažovacieho ventilu STAD:

$$k_v = 0,01 \cdot \frac{M}{\sqrt{\Delta p_{dis}}} = 0,01 \cdot \frac{1276,4}{\sqrt{8,597}} = 4,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhujem vyvažovací ventil **STAD DN 20, nastavenie otáčok ventilu: 3,5; $k_v = 4,51$.**

Výpočet skutočnej tlakovej straty ventilu STAD:

$$\Delta p_{s2} = \left(0,01 \cdot \frac{m}{k_v}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{1276,4}{4,51}\right)^2 = 8,01 \text{ kPa}$$

Celková tlaková strata vetvy Juh:

$$\Delta p_{dis} = 12,868 + 8,01 = 20,88 \text{ kPa}$$

Vetva Sever:

tlaková strata vetvy: $\Delta p = 12\,869 \text{ Pa} = 12,869 \text{ kPa}$

hmotnostný prietok: $M = 805,7 \text{ kg/h}$

Dispozičný tlak potrebný k vyregulovaniu:

$$\Delta p_{dis} = 21,465 - 12,869 = 8,596 \text{ kPa}$$

Výpočet kv hodnoty vyvažovacieho ventilu STAD:

$$k_v = 0,01 \cdot \frac{M}{\sqrt{\Delta p_{dis}}} = 0,01 \cdot \frac{805,7}{\sqrt{8,596}} = 2,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhujem vyvažovací ventil **STAD DN 20, nastavenie otáčok ventilu: 2,5; $k_v = 2,71$.**

Výpočet skutočnej tlakovej straty ventilu STAD:

$$\Delta p_{s2} = \left(0,01 \cdot \frac{M}{k_v}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{805,7}{2,71}\right)^2 = 8,84 \text{ kPa}$$

Celková tlaková strata vetvy Sever:

$$\Delta p_{dis} = 12,869 + 8,840 = 21,71 \text{ kPa}$$

Vetva Kancelárie:

tlaková strata vetvy: $\Delta p = 10\,010 \text{ Pa} = 10,01 \text{ kPa}$

hmotnostný prietok: $M = 381,7 \text{ kg/h}$

Dispozičný tlak potrebný k vyregulovaniu:

$$\Delta p_{dis} = 21,465 - 10,01 = 11,46 \text{ kPa}$$

Výpočet kv hodnoty vyvažovacieho ventilu STAD:

$$k_v = 0,01 \cdot \frac{M}{\sqrt{\Delta p_{dis}}} = 0,01 \cdot \frac{381,7}{\sqrt{11,46}} = 1,13 \text{ m}^3/\text{h}$$

Navrhujem vyvažovací ventil **STAD DN 20, nastavenie otáčok ventilu: 1,5; $k_v = 1,22$.**

Výpočet skutočnej tlakovej straty ventilu STAD:

$$\Delta p_{s2} = \left(0,01 \cdot \frac{M}{Kv}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{381,7}{1,22}\right)^2 = 9,79 \text{ kPa}$$

Celková tlaková strata vetvy Sever:

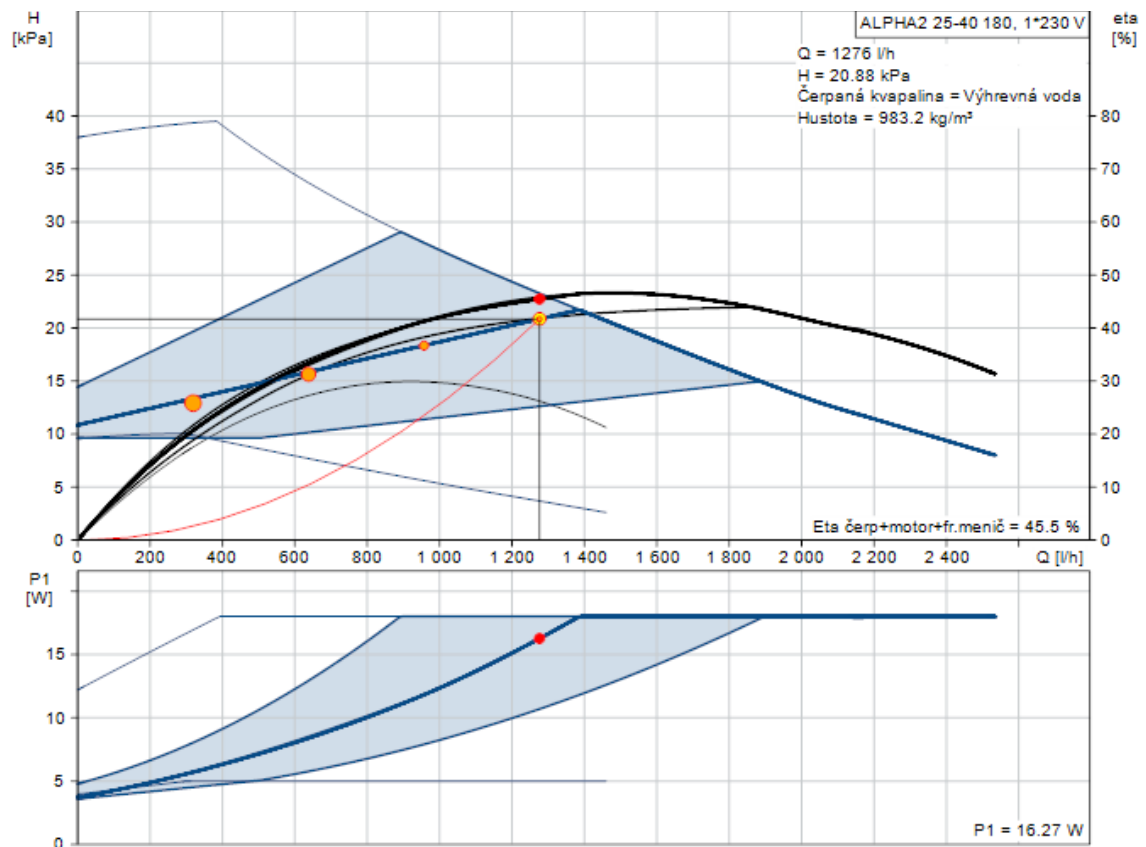
$$\Delta p_{dis} = 10,01 + 9,79 = 19,80 \text{ kPa}$$

2.10.3 NÁVRH OBEHOVÝCH ČERPADIEL

Tabuľka 24 Prehľad dispozičných tlakov a prietokov jednotlivých vetiev

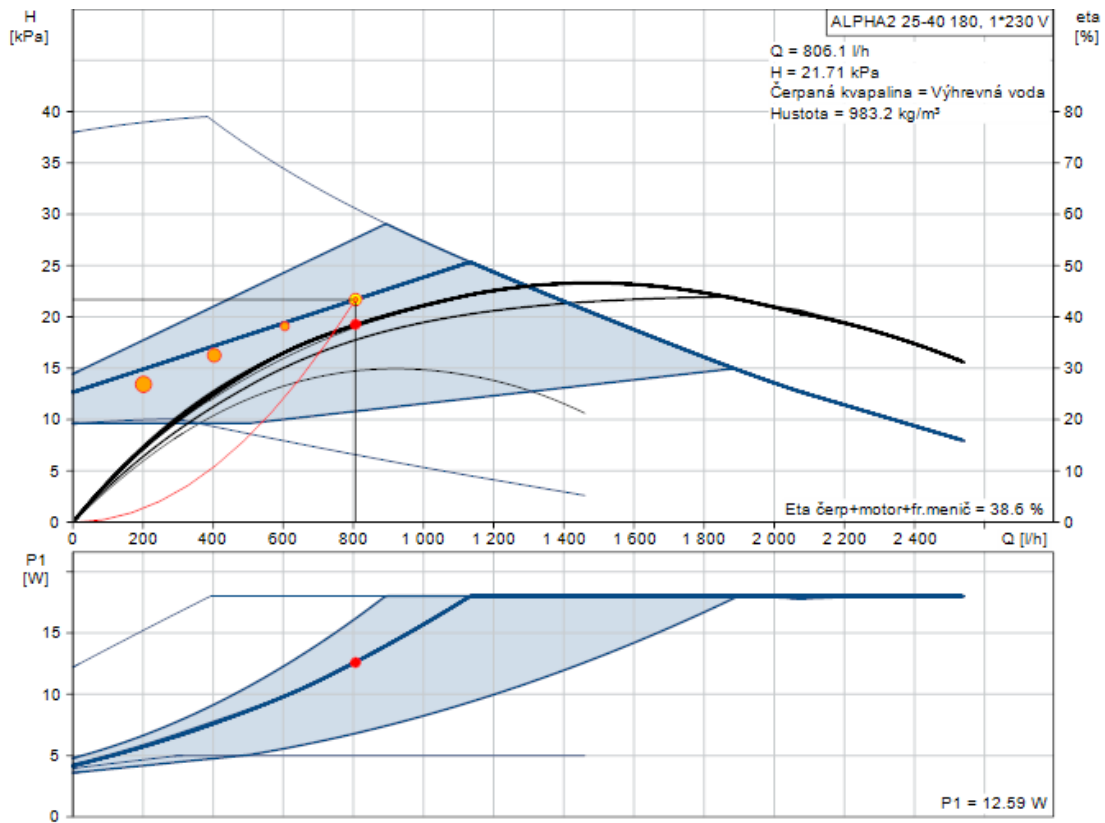
Prehľad tlakových strát	Δp [Pa]	Δp_{s1} [kPa]	Δp_{s2} [kPa]	spolu [Pa]	Prietok [kg/h]
Vetva Juh	8 763	4 105	8 010	20 878	1 276
Vetva Sever	8 812	4 057	8 840	21 709	806
Vetva Kancelárie	7 679	2 331	9 790	19 800	382
Vetva TV	17 725	-	3 740	21 465	1 661

Vetva Juh



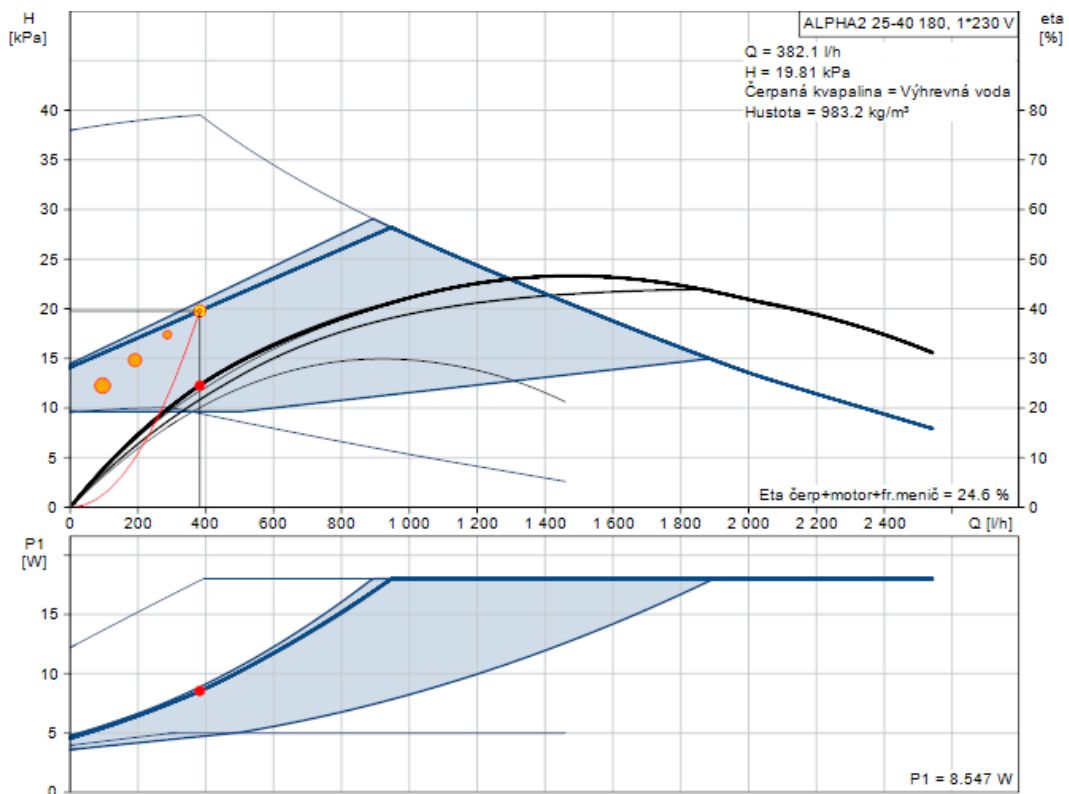
Obrázok 22 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 [37]

Vetva Sever



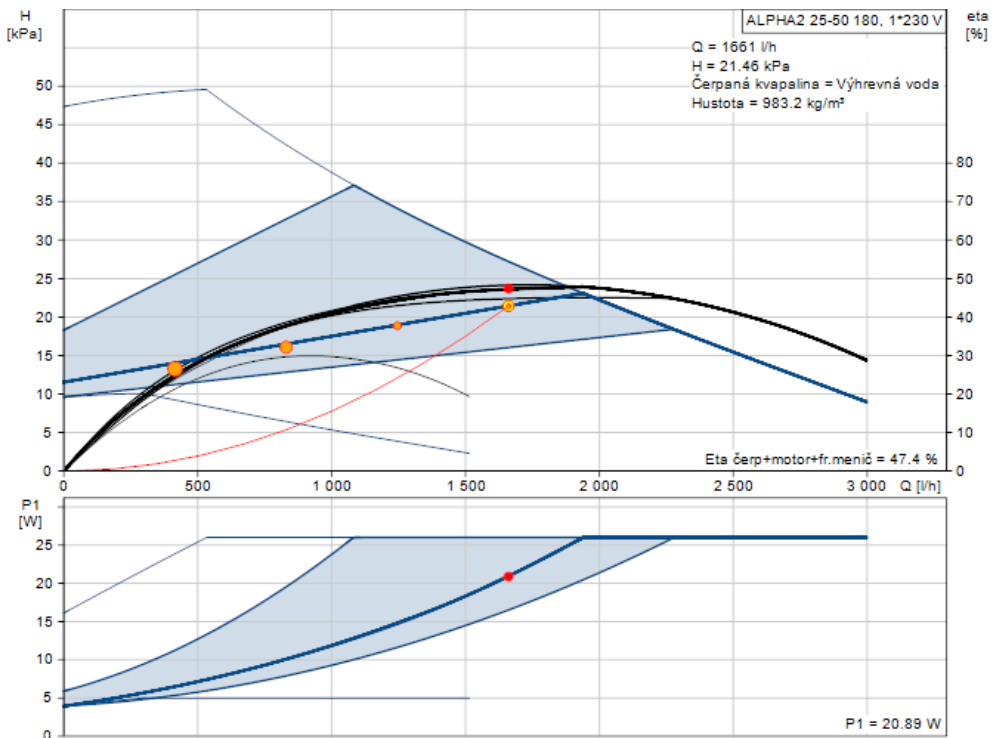
Obrázok 23 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 [37]

Vetva Kancelárie



Obrázok 24 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 [37]

Vetva ohrevu TV

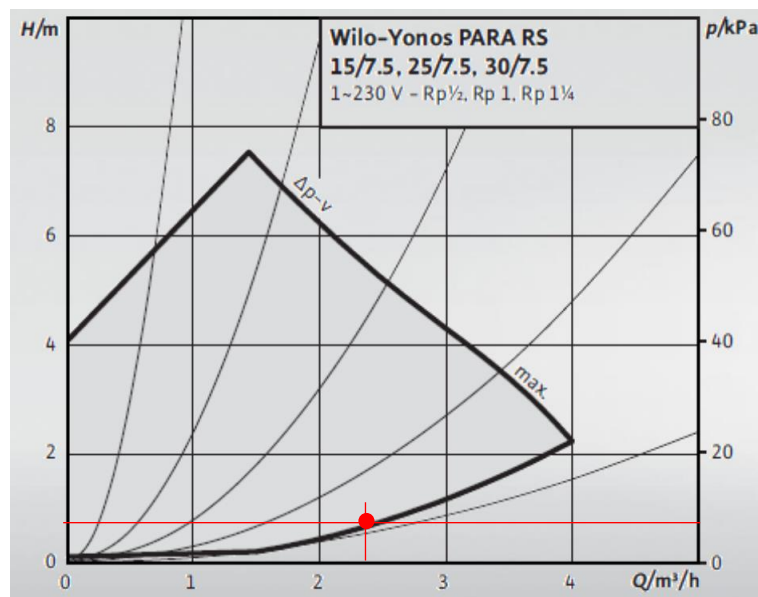


Obrázok 25 Graf čerpadla ALPHA2 25-50 [37]

Čerpadlo pre kotlový okruh a jeden kotol

Kotol Therm 45 KD.A [33] má v sebe zabudované obehové čerpadlo Wilo Yonos PARA RS 15/7,5.

- prenesený výkon jedného kotla: $Q = 45,0 \text{ kW}$
- tlaková strata: $\Delta p = 7,70 \text{ kPa}$
- prietok: $M = 2290,7 \text{ kg/h} = 2,33 \text{ m}^3/\text{h}$



Obrázok 26 Čerpadlo Wilo 15/7,5 [33]

2.11 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH ZARIADENÍ

2.11.1 NÁVRH EXPANZNEJ NÁDOBY

Návrh expanznej nádoby podľa normy ČSN 06 0830 [38].

Výška vykurovacej sústavy	13,1 m
Výška manometrickej roviny	1,0 m
Výkon kotla	2 x 45 kW
Max. teplota vykurovacej vody	80 °C → n= 0,0295

Objem vody v sústave V_o :

objem potrubia	$V_p = 0,064 \text{ m}^3 = 64 \text{ l}$
objem telies	$V_{OT} = 365 \text{ l}$
objem kotla	$V_k = 2 \times 15 \text{ l} = 30 \text{ l}$
objem R+Z	$V_{R+Z} = 0,16 \text{ l}$
objem HVDT	$V_{HVDT} = 6,0 \text{ l}$

$$V_o = V_o + V_{OT} + V_k + V_{R+Z} + V_{HVDT}$$

$$V_o = 64 + 365 + 30 + 0,16 + 6,0 = 465,2 \approx 0,5 \text{ m}^3$$

Expanzný objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,5 \cdot 0,0295 = 0,019 \text{ m}^3$$

Najnižší dovolený prevádzkový pretlak:

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_z$$

$$p_{d,dov} \geq 1,1 \cdot 13,1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 0 \text{ kPa} = 141 \text{ kPa}$$

$$\text{Volím: } p_d = 141 + 9 = 150 \text{ kPa}$$

Najvyšší dovolený pretlak:

$$p_{h,dov} \leq p_{kotol} - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 300 - (1,0 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 290 \text{ kPa}$$

$$\text{Volím } p_h \text{ predbežný: } p_{hp} = 290 - 40 = 250 \text{ kPa} - \text{otvárací pretlak.}$$

Predbežný objem expanznej nádoby:

$$V_{ep} \geq \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,019(250 + 100)}{(250 - 150)} = 0,068 \text{ m}^3$$

Priemer expanzného potrubia:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 90^{0,5} = 15,7 \text{ mm}$$

Navrhujem potrubie dimenzie DN20.

Pre vykurovaciu sústavu navrhujem expanznú nádobu Flexcon s objemom 80 l.

2.11.2 NÁVRH POISTNÉHO VENTILU PRE JEDEK KOTOL

Návrh poistného ventilu podľa normy ČSN 06 0830 [38].

Výkon jedného kotla	45 kW
Otvárací pretlak poistného ventilu p_k	250 kPa
Výtokový súčiniteľ poist. ventilu α_v	0,449 [-]
Súčiniteľ zväčšenia sedla a	1,51 [-]
Konštanta K pre $p_{oi}=250$ kPa	1,12 [-]

Výtokový súčiniteľ α_v	0,08	0,1	0,14	0,2	0,28	0,4	0,56	0,8
Súčiniteľ zväčšenia sedla a	3,54	3,16	2,67	2,24	1,89	1,58	1,34	1,12

Obrázok 27 Výtokový súčiniteľ a súčiniteľ zväčšenia sedla

Prierez sedla poistného ventilu:

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha \cdot K} = \frac{45}{0,449 \cdot 1,12} = 89,5 \text{ mm}^2$$

Priemer sedla poistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{89,5}{\pi}} = 10,7 \text{ mm}$$

Priemer sedla skutočného ventilu

$$d_o = a \cdot d_i = 1,51 \cdot 10,7 = 16,1 \text{ mm}$$

Priemer poistného potrubia

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 45^{0,5} = 24,4 \text{ mm} \rightarrow \text{DN25}$$

Pre jeden kotol navrhujem poistný ventil **Honeywell SM120 3/4"/1"** [39] s otváracím pretlakom 250 kPa, priemer sedla je 16 mm. Spolu budú osadené dva poistné ventily, pre každý kotol zvlášť.

Pripojenia R		Rozmery (mm)				Hmotnosť kg	Nastavený tlak 2,5 bar		Číslo ventilu
Vstup	Výstup	H	h	l	D _o		kW	kcal/h	
1/2"	3/4"	93	28	36	15	0,3	50	45 000	SM 120 - 1/2 A
3/4"	1"	99	34	42	16	0,4	100	90 000	SM 120 - 3/4 A
1"	1 1/4"	137	41	51	22	0,9	200	175 000	SM 120 - 1 A
1 1/4"	1 1/2"	144	47	57	27	1,1	350	300 000	SM 120 - 1 1/4 A

2.12 NÁVRH TEPELNEJ IZOLÁCIE POTRUBIA

Teplná izolácia potrubia je navrhnutá podľa pomôcky na stránke TZB-info [40]. Tento výpočet vychádza z vyhlášky č. 193/2007. Hrúbka izolácie zabudovaného potrubia v konštrukcii môže byť znížená o polovicu.

Návrhové údaje:

Teplota vody v potrubí $t_{in} = 65$ °C

Teplota vzduchu v okolí potrubia $t_i = 20$ °C

Relatívna vlhkosť suterénu $\varphi = 85 \%$

Materiál potrubia meď.

Typ izolácie Rockwool: PIPO/PIPO ALS, Armacell tubolit DG

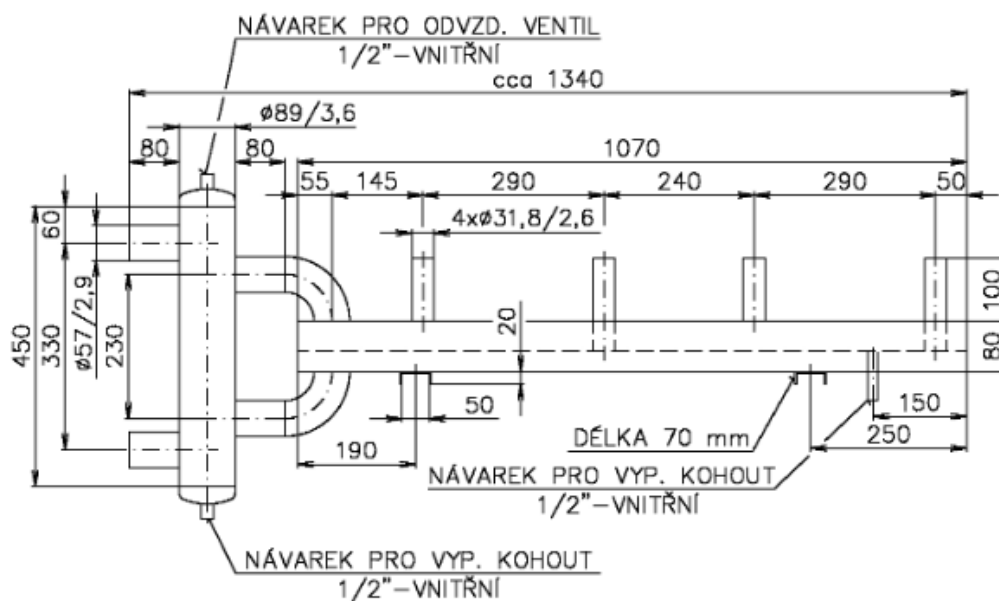
DN	U_0 [W/(m ² .K)]		$U_{0,s}$ [W/(m ² .K)]	Posúdenie	s_{iz} [mm]	λ_{iz} [W/(m.K)]
15x1	0,15	≥	0,15	Vyhovuje	25	0,038
18x1	0,15	≥	0,15	Vyhovuje	30	0,038
22x1	0,18	≥	0,168	Vyhovuje	30	0,038
28x1,5	0,18	≥	0,165	Vyhovuje	40	0,038
35x1,5	0,18	≥	0,168	Vyhovuje	50	0,038
DN50	0,27	≥	0,254	Vyhovuje	40	0,038

Obrázok 28 Návrh hrúbky izolácie

2.13 NÁVRH ĎALŠÍCH ZARIADENÍ TECHNICKEJ MIESTNOSTI

2.13.1 NÁVRH R+Z A HVDT KOTLOVÉHO OKRUHU

V kotlovom okruhu bude použité systémové riešenie rozdeľovača a zberača (R+Z) spolu s hydraulickým vyrovnávačom dynamických tlakov (HVDT). Jedná sa R+Z s dvoma pripojeniami ku kotlom s označením 45 KD Thermset Line L 90/2 [41].



Obrázok 29 Výrobný výkres rozdeľovača kotlového okruhu [41]

2.13.2 NÁVRH R+Z VYKUROVACÍCH VETIEV

Navrhovaný prietok: $M = 4165,0 \text{ kg/h} = 4,25 \text{ m}^3/\text{h}$

Navrhujem kombinovaný rozdeľovač a zberač RS MU84-125.

Typ RS	Hrdla od zdroje	Hrdla výstupní	Rozteč výst. hrdel (mm)	Modul	Výška hrdel (mm)	Počet výst. větví	Celková délka (mm)	Hmotnost (kg)	* Q_{\max} [m ³ /hod]
RS MU82-90	G 5/4"	G 3/4"	90	80	100	2	580	6	3
RS MU83-90	G 5/4"	G 3/4"	90	80	100	3	820	10	3
RS MU84-90	G 5/4"	G 3/4"	90	80	100	4	1060	13	3
RS MU82-125	G 6/4"	G 1"	125	80	100	2	650	7	4,5
RS MU83-125	G 6/4"	G 1"	125	80	100	3	925	11	4,5
RS MU84-125	G 6/4"	G 1"	125	80	100	4	1200	14	4,5
RS MU102	G 2"	G 6/4"	250	100	150	2	1200	17	7,5
RS MU103	G 2"	G 6/4"	250	100	150	3	1700	23	7,5

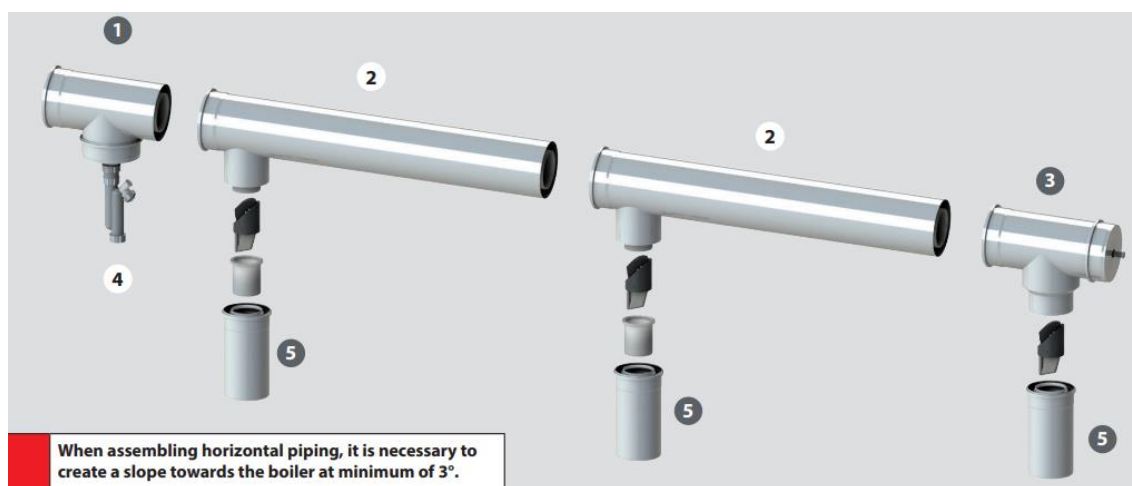
Obrázok 30 Parametre R+Z vykurovacích vetiev [42]



Obrázok 31 Rozdeľovač a zberač MU84-125 [42]

2.13.3 RIEŠENIE ODVODU SPAĽOVACIEHO VZDUCHU

O prívod spaľovacieho vzduchu a odvod spalín sa postará systémové riešenie od firmy Almeva [43]. Jedná sa o koncentrickú kaskádu typu CAS so spätnými klapkami. Pri montáži vodorovného potrubia musí byť vyhotovený sklon min. 3°.



Obrázok 32 Koncentrický systém odvodu spalín CAS kaskádovej kotolne [43]

2.14 VÝPOČET TEPELNEJ STABILITY TECHNICKEJ MIESTNOSTI

Výpočet teploty v technickej miestnosti pre zimné a letné obdobie, ktoré určí povinnosť prídania vykurovacieho telesa do technickej miestnosti alebo návrh havarijného vetra pre letné obdobie.

2.14.1 TEPELNÁ BILANCIA TECHNICKEJ MIESTNOSTI V ZIME

Minimálna teplota v technickej miestnosti je $t_i = 7,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Vstupné hodnoty:

- produkcia tepla = 1% z inštalovaného výkonu zdroja: $Q_{Z,Z} = 0,01 \cdot 90000 \text{ W} = 900 \text{ W}$
- tepelná strata prechodom: $Q_T = 630 \text{ W}$ (viď príloha Tepelné straty)
- návrhová teplota v interiéri: $t_i = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Merná tepelná strata prechodom pre $t_i=10 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$H_T = \frac{Q_T}{\Delta t} = \frac{630}{10 - (-18)} = 22,5 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata vetraním (uvažuje sa 0,5 násobná výmena vzduchu):

$$V = 0,5 \cdot V_m = 0,5 \cdot (21,9 \cdot 2,55) = 27,9 \text{ m}^3/\text{h} = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_T = V \cdot \rho \cdot c = 0,008 \cdot 1,2 \cdot 1010 = 9,7 \text{ W/K}$$

Teplota vzduchu v kotolni:

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_{Z,Z}}{H_T + H_V} = -18 + \frac{900}{22,5 + 9,7} = 10,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Teplota vzduchu v technickej miestnosti je $10 \text{ }^\circ\text{C}$, čo je viac ako minimálna teplota $7,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Do technickej miestnosti nie je nutné inštalovať vykurovacie teleso.

2.14.2 TEPELNÁ BILANCIA TECHNICKEJ MIESTNOSTI V LETE

Minimálna teplota v technickej miestnosti je $t_i = 35 \text{ }^\circ\text{C}$.

Vstupné hodnoty:

- produkcia tepla = 1,5 % z inštalovaného výkonu 1 zdroja: $Q_{Z,L} = 0,015 \cdot 45000 \text{ W} = 675 \text{ W}$
- tepelné zisky radiáciou sú nulové: $Q_{rad} = 0 \text{ W}$
- návrhová teplota v interiéri: $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- návrhová teplota v exteriéri: $t_e = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

Merná tepelná strata prechodom:

$$H_T = 22,5 \text{ W/K}$$

Merná tepelná strata vetraním (uvažuje sa 0,5 násobná výmena vzduchu):

$$V = 0,5 \cdot V_m = 0,5 \cdot (21,9 \cdot 2,55) = 27,9 \text{ m}^3/\text{h} = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_T = V \cdot \rho \cdot c = 0,008 \cdot 1,2 \cdot 1010 = 9,7 \text{ W/K}$$

Teplota vzduchu v kotolni:

$$t_{i,L} = t_e + \frac{Q_{Z,L}}{H_T + H_V} = 20 + \frac{675}{22,5 + 9,7} = 41,0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Vypočítaná teplota v technickej miestnosti pre letné obdobie je $t_{i,L} = 41 \text{ }^\circ\text{C}$, čo je viac ako maximálna teplota $t_{\text{imax}} = 35 \text{ }^\circ\text{C}$. Preto bude navrhnuté nútené vetranie pomocou ventilátora.

Navýšenie prietoku vzduchu pre zníženie teploty:

$$V = \frac{Q_{Z,L}}{\rho \cdot c \cdot (t_i - t_e)} = \frac{675}{1,2 \cdot 1010 \cdot (35 - 20)} = 0,037 \text{ m}^3/\text{s} = 133,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ďalší návrh úpravy vzduchu v technickej miestnosti nie je obsahom tejto práce!

2.15 ROČNÁ POTREBA TEPLA A PALIVA

2.15.1 VARIANT 1

Vstupné údaje:

- Denná spotreba TV: $V = 3,18 \text{ m}^3/\text{deň}$
- Požadovaná teplota TV: $t_2 = 55^\circ\text{C}$
- Klimatické podmienky: Miesto : Rýmaňov
 - teplota v exteriéri (zima): $t_e = -18^\circ\text{C}$
 - počet dní vo vykurovacom období : $d = 271$ dní
 - priemerná teplota vo vykurovacom období : $t_{es} = +4,0^\circ\text{C}$

2.15.1.1 POTREBA ENERGIE PRE PRÍPRAVU TEPLEJ VODY

Požadovaná energia

Energia na ohrev teplej vody:

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 3,18 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 166,4 \text{ kWh/deň}$$

V zimnom a letnom období je teplota vstupnej vody t_1 odlišná. V lete $t_1 = +11^\circ\text{C}$, v zime $t_1 = +5^\circ\text{C}$.

Korekcia pre premenlivú vstupnú teplotu:

$$k_t = \frac{t_{TV} - t_{sv,L}}{t_{TV} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 11}{55 - 5} = 0,88$$

Ročná spotreba tepla

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d)$$

$$E_{TV} = 166,4 \cdot 271 + 0,88 \cdot 166,4 \cdot (350 - 271) = 56,7 \text{ MWh/r}$$

Spotreba energie

$$\text{Účinnosť systému} \quad \eta_{\text{distr}} = 0,7$$

$$\text{Účinnosť zdroja} \quad \eta_{\text{zdroj}} = 0,98$$

$$E_{TV,sk} = \frac{E_{TV}}{\eta_{\text{zdroj}} \cdot \eta_{\text{distr}}} = \frac{56,7}{0,7 \cdot 0,98} = 82,7 \text{ MWh/r}$$

2.15.1.2 POTREBA ENERGIE PRE VYKUROVANIE

Merná tepelná strata budovy:

$$H_{T+I} = \frac{Q_{T+I}}{\Delta t} = \frac{33502}{35} = 957,2 \text{ W/K}$$

Požadovaná potreba energie

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+I}$$

ε súčiniteľ nesúčasnosti infiltrácie behom roku $\varepsilon = 0,9$

e vplyv prerušovaného vykurovania v noci alebo cez víkend $e=0,9$

D počet dennostupňov [deň.K]

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 271 \cdot (19 - 4,0) = 4065 \text{ deň} \cdot K$$

kde

d počet dní vykurovacieho obdobia

t_{is} priemerná teplota vykurovaných miestnosti

t_{es} priemerná vonkajšia teplota vo vykurovacom období

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+I} = 24 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 4065 \cdot 957,2 = 75,6 \text{ MWh/r}$$

Spotreba energie

$$\text{Účinnosť systému} \quad \eta_{\text{distr}} = 0,95$$

$$\text{Účinnosť zdroja} \quad \eta_{\text{zdroj}} = 0,98$$

$$E_{UK} = \frac{E_{UK}}{\eta_{\text{zdroj}} \cdot \eta_{\text{distr}}} = \frac{75,6}{0,98 \cdot 0,95} = \mathbf{81,2 \text{ MWh/r}}$$

2.15.1.3 ROČNÁ SPOTREBA PALIVA

Celková ročná potreba tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody:

$$E_{TV} + E_{UK} = 82,7 + 81,2 = \mathbf{163,9 \text{ MWh/rok}}$$

H Výhrevnosť zemného plynu $H=35,0 \text{ MJ/m}^3$

$$E = 3600 \cdot \frac{E_{TV} + E_{UK}}{H} = 3600 \cdot \frac{163,9}{35,0} = \mathbf{16 \ 860 \text{ m}^3/\text{r}}$$

2.15.2 VARIANT 2 – PRÍPRAVA TV S PODPOROU SOLÁRNEHO SYSTÉMU

2.15.2.1 POTREBA ENERGIE PRE OHREV TV

Vstupné údaje:

- Denná spotreba TV: $V = 1,94 \text{ m}^3/\text{deň}$
- Energia dodaná sol. systémom: $E = 21 \ 876 \text{ kWh/r} = 21,9 \text{ MWh/r}$

Požadovaná energia:

Energia na ohrev teplej vody:

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 1,94 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 118,1 \text{ kWh/deň}$$

Korekcia pre premenlivú vstupnú teplotu:

$$k_t = \frac{t_{TV} - t_{sv.L}}{t_{TV} - t_{sv.Z}} = \frac{55 - 10}{55 - 5} = 0,9$$

Ročná spotreba tepla:

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d)$$

$$E_{TV} = 118,1 \cdot 271 + 0,9 \cdot 118,1 \cdot (350 - 271) = 40,4 \text{ MWh/r}$$

Spotreba energie:

Účinnosť systému $\eta_{distr} = 0,7$

Účinnosť zdroja $\eta_{zdroj} = 0,98$

$$E_{TV,sk} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{40,4}{0,7 \cdot 0,98} = \mathbf{58,9 \text{ MWh/r}}$$

Podľa simulačného riešenia (kap. 3-C) pre variant 4 bol solárny ročný zisk: 22,04 MWh/r

$$E_{TV+sol} = 58,9 - 22,04 = \mathbf{36,9 \text{ MWh/r}}$$

2.15.2.2 POTREBA ENERGIE PRE VYKUROVANIE

Potreba energie na vykurovanie je rovnaká ako pri variante 1:

$$E_{UK} = \frac{E_{UK}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{75,6}{0,98 \cdot 0,95} = \mathbf{81,2 \text{ MWh/r}}$$

2.15.2.3 ROČNÁ SPOTREBA PALIVA SO SOLÁRNÝM SYSTÉMOM

Celková ročná potreba tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody:

$$E_{TV} + E_{UK} = 36,9 + 81,2 = \mathbf{118,1 \text{ MWh/rok}}$$

H Výhrevnosť zemného plynu $H = 35,0 \text{ MJ/m}^3$

$$E = 3600 \cdot \frac{E_{TV} + E_{UK}}{H} = 3600 \cdot \frac{118,1}{35,0} = \mathbf{12 \ 147 \text{ m}^3/\text{r}}$$

Ušetrené palivo solárnym systémom:

Ručný výpočet:

$$E = 3600 \cdot \frac{E_{sol}}{H} = 3600 \cdot \frac{22,04}{35,0} = \mathbf{2267 \text{ m}^3/\text{r}}$$

úspora zemného plynu simuláciou T*sol pre var. 4:

$$E = \mathbf{2476 \text{ m}^3/\text{r}}$$

2.16 TECHNICKÁ SPRÁVA

2.16.1 ÚVOD

Projekt rieši vykurovanie bytového domu v rozsahu pre vydanie stavebného povolenia.

2.16.1.1 POPIS OBJEKTU

Jedná sa o rekonštrukciu bytového domu v meste Rýmaňov. Objekt má 4 nadzemné podlažia a 1 podzemné podlažie. V 1. NP sa nachádzajú 2 kancelárie. V objekte sa spolu nachádza 22 bytových jednotiek s rôznym dispozičným usporiadaním.

Z konštrukčného hľadiska sa jedná o železobetónový skelet. Obvodové murivo je existujúce s pridanou tepelnou izoláciou hrúbky 150 mm. Strešná konštrukcia do exteriéru je šikmá s hr. 100 + 160 mm.

2.16.1.2 POPIS PREVÁDZKY

V bytovom dome sa nachádza 24 bytov a 2 kancelárie. V bytoch budú osadené vykurovacie doskové telesá typu VK. V kanceláriách budú osadené lavicové konvektory. Vykurovacie vetvy budú rozdelené na Sever, Juh, Kancelárie a ohrev TV.

Každý byt bude napojený na chodbový rozdeľovač a zberač s kalorimetrom. Pre prevádzky kancelárií budú jednotlivé kalorimetre osadené na stúpačkách (viď PD).

Ohrev teplej vody bude:

- vo variante 1 pomocou zásobníka na ohrev teplej vody s objemom 710 l. Zdrojom pre ohrev bude kondenzačný plynový kotol s výkonom 45 kW.
- vo variante 2 pomocou solárneho systému, ktorý bude pripojený na predradený zásobník, ktorý bude vodu predohrievať s následným napojením na zásobník TV, ktorý bude pripojený na kondenzačný plynový kotol s výkonom 45 kW.

2.16.2 PODKLADY

Ako podklad pre návrh vykurovacieho systému boli použité:

- projektová dokumentácia objektu
- platné normy a vyhlášky

2.16.3 ZÁKLADNÉ TECHNICKÉ ÚDAJE

2.16.3.1 KLIMATICKÉ ÚDAJE

Miesto:	Rýmaňov
teplota v exteriéri (zima):	$t_e = -18\text{ °C}$
počet dní vo vykurovacom období:	$d = 271$ dní
priemerná teplota vo vykurovacom období:	$t_{es} = +4,0\text{ °C}$

2.16.4 TEPELNÁ BILANCIA

Všetky konštrukcie spĺňajú hodnoty súčiniteľa prechodu tepla $U_{N,20}$ podľa normy ČSN 73 0540 2:2011 Tepelná ochrana budov.

SO1 - Obvodová stena - Pôvodné tehlové murivo + TI 150 mm	$U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
STR1 - Stropná konštrukcia do exteriéru	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
STR2 - Stropná konštrukcia do nevykurovaného podkrovia	$U = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
STR3 - Stropná konštrukcia do nevykurovaného suterénu	$U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$
ST1 - Strešná konštrukcia do exteriéru	$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$
NS1 - Vnútoraná stena 300 mm	$U = 1,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
NS2 - Vnútoraná stena 125 mm	$U = 1,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
PDL2 - Podlaha, interiér	$U = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Výplne otvorov v priemere:	$U = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.16.4.1 TEPELNÉ STRATY

Tepelné straty boli vypočítané v softwari Techcon a ručne softwarom MS Excel. Výpočet bol realizovaný na základe normy ČSN EN 12 831 – Otopné systavy v budovách.

Tepelná strata prechodom tepla cez konštrukcie Φ_T :	19,2 kW
Tepelná strata vetraním Φ_V :	14,3 kW
Celkové tepelné straty Φ_{HI} :	33,5 kW

2.16.4.2 ROČNÁ POTREBA TEPLA

Variant 1:

Celková ročná potreba tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody:

$$E_{TV} + E_{UK} = 82,7 + 81,2 = \mathbf{163,9 \text{ MWh/rok}}$$

H Výhrevnosť zemného plynu $H=35,0 \text{ MJ/m}^3$

$$E = 3600 \cdot \frac{E_{TV} + E_{UK}}{H} = 3600 \cdot \frac{163,9}{35,0} = \mathbf{16 \ 860 \text{ m}^3/\text{r}}$$

Variant 2:

Celková ročná potreba tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody:

$$E_{TV} + E_{UK} = 36,9 + 81,2 = \mathbf{118,1 \text{ MWh/rok}}$$

H Výhrevnosť zemného plynu $H = 35,0 \text{ MJ/m}^3$

$$E = 3600 \cdot \frac{E_{TV} + E_{UK}}{H} = 3600 \cdot \frac{118,1}{35,0} = \mathbf{12 \ 147 \text{ m}^3/\text{r}}$$

2.16.5 ZDROJ TEPLA

Variant 1:

Ako zdroj tepla pre pokrytie potreby vykurovania a ohrevu teplej vody bude použitý 2x plynový kondenzačný závesný kotol Therm 45 KD.A s menovitým výkonom 45 kW,

spolu 90 kW. Jedná sa o spotrebiče typu C, to znamená, že spaľovací vzduch je dodávaný z exteriéru pomocou koaxiálneho potrubia.

Variant 2:

Rovnako ako vo variante 1 bude navrhnutá dvojica kotlov Therm 45 KD.A so súčtovým výkonom 45 kW. Pre ohrev teplej vody sa ďalej navrhuje solárny systém, ktorý sa skladá z plochých slnečných kolektorov v celkovom počte 21 ks so sklonom 45 ° a orientáciou na juh.

2.16.5.1 PRÍVOD SPAĽOVACIEHO VZDUCHU A ODVOD SPALÍN

O prívod spaľovacieho vzduchu a odvod spalín sa postará systémové riešenie od firmy Almeva. Jedná sa o koncentrickú kaskádu typu CAS so spätnými klapkami. Pri montáži vodorovného potrubia musí byť vyhotovený sklon min. 3°.

2.16.6 VYKUROVACIA SÚSTAVA

Vykurovacía sústava je dvojrúrková s vertikálnym a horizontálnym rozvodom. Sú navrhnuté 3 vykurovacie vetvy pre kancelárie, byty Sever a byty Juh. Teplotný spád vykurovacej sústavy je 65/50 °C. Suterén je nevykurovaný. Ohrev teplej vody bude mať teplotný spád 65/40°C.

VYKUROVANIE:

Kvapalina: voda

Teplotný spád:

Vykurovanie 65/50 °C, $\Delta t = 15$ K

Ohrev teplej vody 65/40 °C, $\Delta t = 25$ K

Teplotný spád celej sústavy 65/46 °C, $\Delta t = 19$ K

Celkový výkon vykurovacej sústavy:

Navrhovaný inštalovaný výkon pre vykurovanie: $Q_{vyk} = 43,7$ kW

Navrhovaný inštalovaný výkon pre ohrev TV: $Q_{TV} = 44,6$ kW

$Q_{celk} = 88,3$ kW

Celkový hmotnostný prietok :

$M = 4037,7$ kg.h⁻¹

2.16.6.1 ROZVODY VYKUROVACIEHO SYSTÉMU

Rozvody systému budú vyhotovené z medeného potrubia. Potrubie vedené voľne bude spájané pomocou lisovaných tvaroviek. Potrubie, ktoré bude inštalované v konštrukcii bude spájané spájkovaním na tvrdo. Vertikálny rozvod bude vedený v stene, kde sa odpojí do jednotlivých bytov. Horizontálny rozvod potrubia bude vedený pod stropom a v podlahe. Potrubie v bytoch bude vedené v konštrukcii podlahy vo vrstve tepelnej izolácie. Tepelná izolácia rozvodov vedených pod stropom bude typu rockwool, potrubie vedené v drážkach a v podlahe bude vyhotovené z izolácie Armacell tubolit DG alebo ekvivalent.

2.16.6.2 VYKUROVACIE PLOCHY

V objekte sa nachádzajú tri typy telies. Doskové vykurovacie telesá Ventil Kompakt (VK), rúrkové vykurovacie telesá do kúpeľní a lavicové, samo stojace konvektory do kancelárií. Telesá ventil kompakt majú v sebe zabudovanú termostatickú vložku Heimeier 4360 s ôsmimi polohami nastavenia ventilu. Rúrkové telesá budú napojené pomocou pripojovacej armatúry s prednastavením Herz TS-3000. Lavicové konvektory budú napojené podľa pripojovacích regulačných armatúr Herz-TS-90 a RL 5 do spiatocky.

2.16.6.3 OBEHOVÉ ČERPADLÁ

Variant 1:

Pre vetvy napojené na rozdeľovač a zberač budú použité obehové čerpadlá od výrobcu Grundfos.

Vetva Sever:	Grundfos ALPHA2 25-40 180
Vetva Juh:	Grundfos ALPHA2 25-40 180
Vetva Kancelárie:	Grundfos ALPHA2 25-40 180
Vetva ohrevu TV:	Grundfos ALPHA2 25-50 180

V kotloch sa nachádza obehové čerpadlo Wilo Yonos PARA RS 15/7,5, ktoré vyhovuje požiadavkám návrhu.

Variant 2:

Čerpadlá vykurovacieho systému sú rovnaké ako vo variante 1. Čerpadlo, ktoré je v čerpadlovej skupine je Wilo Yonos Para 15/7,5 a vyhovuje požiadavkám návrhu.

2.16.6.4 ZABEZPEČOVACIE ZARIADENIA

Variant 1:

Pre vykurovaciu sústavu navrhujem expanznú nádobu Flexcon s objemom 80 l. Pre jeden kotol navrhujem poistný ventil Honeywell SM120 3/4"/1" s otváracím pretlakom 250 kPa, priemer sedla je 16 mm. Spolu budú osadené dva poistné ventily, pre každý kotol zvlášť.

Variant 2:

Solárny systém bude doplnený o expanznú nádobu s objemom 400 l. Poistný ventil (6 bar) je súčasťou čerpadlovej skupiny.

2.16.6.5 REGULÁCIA A MERANIE

Sústava je ekvitermicky regulovaná. Reguláciu teploty vykurovacej vody v závislosti od vonkajšej teploty zabezpečuje trojcestný zmiešavací ventil ESBE so servopohonom na zmiešavacom uzle. Na telesách budú osadené termostatické ventily s termostatickými hlavicami.

Na vetve ohrevu TV, pred každým bytom a kanceláriami bude osadený merač tepla.

2.16.6.6 PLNENIE, VYPÚŠŤANIE A ODVZDUŠNENIE SÚSTAVY

Sústava bude doplňovaná vodou z verejného vodovodu pomocou automatického systému doplňovania vody Fillcontrol plus compact so systémovým oddeľovačom potrubia pitnej vody. Pitná voda, ktorá na základe údajov o tvrdosti vody z lokality Rýmaňov-Janovice spadá do skupiny – veľmi mäkká voda s hodnotou tvrdosti 0,3 mmol/l. **Automatická úpravňa vody nie je navrhovaná.** Prvé plnenie bude upravenou vodou!

Vypúšťanie sústavy bude realizované pomocou vypúšťacích kohútov umiestených v technickej miestnosti a na päťach stúpačiek. Vypúšťanie a dopúšťanie vykurovacích telies bude možné pomocou pripojovacích armatúr.

Sústava bude odvzdušnená pomocou automatického odvzdušňovacieho ventilu v najvyšších častiach sústavy alebo jej jednotlivých úsekov. Súčasťou každého telesa bude manuálny odvzdušňovací ventil.

2.16.7 POŽIADAVKY NA PROFESIE

Zdravotechnické inštalácie :

- napojiť kotol na rozvod studenej vody
- zabezpečiť prívod vody pre dopúšťanie ÚK

Plynová inštalácia:

- zabezpečiť prívod plynu ku kotlu

Elektroinštalácia:

- zabezpečiť elektrické napojenie kotla
- kabeláž pre reguláciu : vonkajší snímač, vnútorný snímač a iné

Stavebné práce:

- vyhotovenie prestupov potrubia podľa projektu

2.16.8 SKÚŠKY

Inštaláciu zariadení a ich uvedenie do prevádzky smie iba osoba, ktorá má pre tento úkon oprávnenie.

Skúšky vodotesnosti, tlakovej skúšky, prepláchnutia a vyčistenia systému, prevádzkové skúšky, uvedenie systému do chodu sa musia riadiť podľa ČSN 06 0310. O každej skúške sa vypracuje protokol, ktorý bude súčasťou odovzdávacieho protokolu stavby.

Tlaková skúška: systém sa naplní vodou o max. teplote 50 °C a natlakuje sa na 250 kPa, čo je maximálny prevádzkový tlak. Po odvzdušnení a dosiahnutí pretlaku sa vykoná vizuálna prehliadka všetkých častí systému. Skúška je úspešná, ak nedošlo k úbytku tlaku po dobu 6 hodín.

Dilatačná skúška: Skúška sa vykoná pred vykurovacou skúškou. Sústava sa ohreje na maximálnu teplotu a následne sa nechá vychladnúť na okolitú teplotu. Postup sa

zopakuje. Skúška sa považuje za úspešnú, ak nevznikli poruchy a netesnosti. Skontroluje sa stav kotiev.

Vykurovacia skúška: Kontroluje sa spôsob zapojenia, rovnomerný ohrev rozvodov a telies, funkcia armatúr, meracích prístrojov, funkcia riadiaceho systému, funkcia regulačných armatúr a projektovaný výkon zdroja. Ďalej sa vyskúša činnosť zabezpečovacieho zariadenia.

Po vykonaní prevádzkových skúšok sa vypracuje protokol o nastavení systému a zapíše sa do stavebného denníka.

2.16.9 BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁCI

Pri montážnych prácach a pri prevádzke zariadení je nutné dbať na platné normy ČSN. Zariadenia vykurovacieho systému môžu obsluhovať iba osoby s oprávnením.

2.16.10 NORMY A PREDPISY

Projekt bol vypracovaný podľa platných vyhlášok a noriem:

ČSN EN 12831-1 Energetická náročnosť budov – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 06 0310 Tepelné sústavy v budovách - Projektovanie a montáž

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov

3. C – SIMULAČNÉ RIEŠENIE A SPRACOVANIE VÝSLEDKOV

Tretia časť tejto diplomovej práce sa bude venovať návrhu a simulácií solárneho systému v program T*SOL.

Software T*SOL je jeden z mnohých simulačných nástrojov firmy Valentin Software, ktorá sídli v Berlíne. Tento program slúži pre návrh a simulácie solárnych systémov pre dodávku teplej vody, vykurovania, ohrevu vody v bazénoch a v iných inžinierskych úlohách. Jedná sa o komplexný program, pomocou ktorého, okrem iného, dokážeme namodelovať viacero variant a následne ich porovnávať medzi sebou. Dokážeme zisťovať jednotlivé vplyvy rôznych komponentov na daný systém, ich efektivitu a celkovú účinnosť systému.



Obrázok 33 T*Sol - logo simulačného programu [31]

3.1 NÁVRH SOLÁRNEHO SYSTÉMU V PROGRAME T*SOL

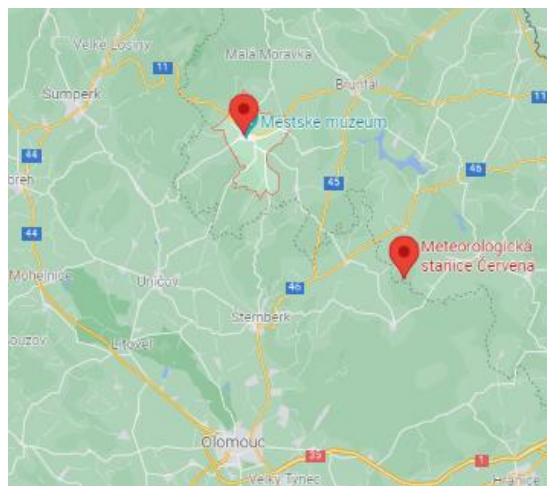
V programe T*sol bude riešený solárny systém pre ohrev teplej vody zadaného objektu. V prvej časti bude vytvorený simulačný model, na ktorom sa budú obmieňať zadávané parametre, ako sklon solárnych kolektorov, počet a typ zásobníkov alebo počet kolektorov.

Pre modelovanie solárneho systému boli vybrané ploché kolektory od firmy Viessmann, Vitosol 200-FM, typ SV2F [29] s vysoko selektívnym absorbérom. Ďalšie prvky sústavy budú charakterizované v nasledujúcich kapitolách.

Celkovo bude vyhotovených 5 variant pre rôzne sklony, počty kolektorov a zostáv technológií.

Vstupné parametre sústavy:

Klimatické dáta: podľa klimatickej mapy programu T*sol



Obrázok 34 Poloha mesta Rýmařov a meteorologickej stanice Červená

Meteorologická stanica Červená:

intenzita slnečnej radiácie:	1 085,8 kWh/m ²
podiel difúzneho žiarenia:	57,0 %
stredná vonkajšia teplota:	$t_{em} = 6,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$
minimálna vonkajšia teplota:	$t_e = -15,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
požadovaný solárny podiel:	min 50 %

Potreba teplej vody:

Tabuľka 25 Potreba teplej vody

Počet osôb		Prevádzka	Potreba [l/(os.deň)]	V _{deň} [l/deň]	V _{deň} [m ³ /deň]
Byty	62	BD	30	1860	1,86
Kancelária	8	Administratíva	10	80	0,08
				1940	1,94

Teplota vody:

požadovaná teplota teplej vody:	$t_2 = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$
teplota studenej vody, február:	$t_1 = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
teplota studenej vody, august:	$t_1 = 11 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Orientácia k svetovým stranám:

juh

Sklon solárnych kolektorov:

Tabuľka 26 Sklon kolektorov pre rôzne varianty

klimatická oblasť Červená	Sklon [°]
Variant 1	17
Variant 2	17
Variant 3	30
Variant 4	45
Variant 5	45

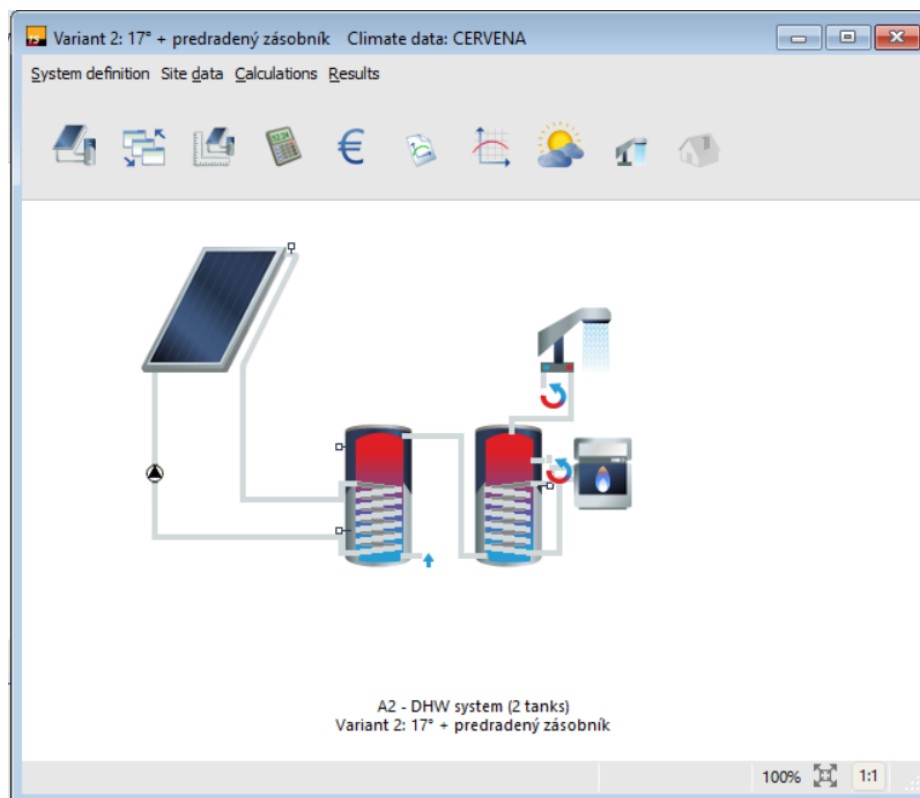
Objem zásobníkov a počet kolektorov:

Tabuľka 27 Objem zásobníkov a počet kolektorov pre rôzne varianty

	Sklon [°]	počet kolektorov	Nepriamo výhrievaný zásobník s 2 špirálami	Nepriamo výhrievaný zásobník s 1 špirálou
Variant 1	17	21	2x 1500 l	-
Variant 2	17	21	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l
Variant 3	30	21	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l
Variant 4	45	21	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l
Variant 5	45	24	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l

Výkonnostné parametre slnečných kolektorov Vitosol 200-FM, typ SV2F:

optická účinnosť:	82,3 %
lineárny súčiniteľ tepelnej straty:	4,421 W/(m ² .K)
kvadratický súčiniteľ tepelnej straty:	0,022 W/(m ² .K ²)
tepelná kapacita:	4890 J/(m ² .K)
maximálna teplota v kolektore:	t _{max} = 145 °C



Obrázok 35 Užívateľské prostredie a simulačný model

3.2 SPRACOVANIE VÝSLEDKOV SIMULÁCIE

V programe T*sol bolo vyhotovených celkovo 5 simulácií, ktorých úlohou bolo nájsť optimálny návrh solárneho systému z výkonnostného a ekonomického hľadiska. Prvotný počet kolektorov bol navrhnutý s ohľadom na veľkosť a orientáciu strechy navrhovaného objektu. V ďalšom modelovaní bol už iba upravovaný sklon a počet kolektorov a výber najvhodnejšieho typu zásobníka, resp. možnosti zapojenia viacerých zásobníkov.

Tabuľka 28 Kombinácia sklonu kolektora, počtu kolektorov a typu zásobníkov

	Sklon [°]	počet kolektorov	Nepriamo vyhrievaný zásobník s 2 špirálami	Nepriamo vyhrievaný zásobník s 1 špirálou
Variant 1	17	21	2x 1500 l	-
Variant 2	17	21	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l
Variant 3	30	21	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l
Variant 4	45	21	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l
Variant 5	45	24	-	1 x 2000 l + 1x 1000 l

Tabuľka 29 Výstup výsledkov so simulácie 5 variant návrhu

Variant	Variant 1: sklon 17° bez predradeného zásobníka	Variant 2: sklon 17 predradený zásobník	Variant 3: sklon 30°predradený zásobník	Variant 4: sklon 45° predradený zásobník	Variant 5: sklon 45° 24 kolektorov + predradený zásobník
Poloha	METEOROLOGICKÁ STANICA ČERVENÁ				
Globálne žiarenie	1085,753 kWh/m ²				
Parametre TV					
Denná spotreba	1940 l				
Požadovaná teplota	55 °C				
Kolektorové pole					
Počet kolektorov	21	21	21	21	24
Celková plocha kol.	52,71 m ²	52,71 m ²	52,71 m ²	52,71 m ²	60,24 m ²
Výrobca	Viessmann Werke GmbH & Co				
Typ	Vitosol 200-FM SV2F				
Sklon	17,0 °	17,0 °	30,0 °	45,0 °	45,0 °
Orientácia	180,0 °				
Pomocný zdroj					
Výrobca	Štandard				
Typ	Plynový kondenzačný kotol				
Palivo	Zemný plyn				
Nominálny výkon	45,0 kW				
Zásobník 1 - zásobník na teplú vodu					
Typ	Nepriamo výchrievaný zásobník s 2 špirálami	Nepriamo výchrievaný zásobník s 1 špirálou	Nepriamo výchrievaný zásobník s 1 špirálou	Nepriamo výchrievaný zásobník s 1 špirálou	Nepriamo výchrievaný zásobník s 1 špirálou
Výrobca	IVAR CS	IVAR CS	IVAR CS	IVAR CS	IVAR CS
Názov	2 x IVAR.PRESTIGE DEN 1500	IVAR.EURO 1000	IVAR.EURO 1000	IVAR.EURO 1000	IVAR.EURO 1000
Objem	2 x 1,39 m ³	1 m ³	1 m ³	1 m ³	1 m ³
Zásobník 2 - predradený zásobník					
Typ	-	Solárny predradený zásobník	Solárny predradený zásobník	Solárny predradený zásobník	Solárny predradený zásobník
Výrobca	-	IVAR CS	IVAR CS	IVAR CS	IVAR CS
Názov	-	IVAR.EURO 2000	IVAR.EURO 2000	IVAR.EURO 2000	IVAR.EURO 2000
Objem	-	2 m ³	2 m ³	2 m ³	2 m ³
Výsledky					
Celkové ožiarovanie na ploche kolektora [kWh]	58 133	58 133	59 715	58 972	67 397
Ožarovanie na ploche kolektora [kWh/m ²]	1 188	1 188	1 220	1 205	1 205
Energia dodaná kolektor. slučkou [kWh]	19 773	20 703	21 918	22 196	23 649
Merný solárny zisk q _{ss,u} [kWh/m ²]	404	423	448	454	423
Účinnosť systému [%]	33,6	35,4	36,4	37,4	34,8
Energia dodaná pomocným zdrojom [kWh]	31 148	29 684	28 531	28 248	26 891
Energia dodaná solárnym systémom [kWh]	19 530	20 580	21 763	22 039	23 448
Celková dodaná energia pre ohrev TV [kWh]	50 678	50 264	50 294	50 287	50 339
Celkový solárny podiel [%]	38,5	40,9	43,3	43,8	46,6
Palivo - Zemný plyn					
Úspora paliva [m ³ /rok]	2 229,1	2 337,5	2 457,6	2 475,5	2 629,0
Ušetrené emisie CO2 [kg/rok]	4713,7	4943,1	5197	5234,8	5559,4

Keďže časť strechy, na ktorej budú umiestnené solárne kolektory, je v sklone 17° bolo logické uvažovať s umiestnením kolektorov priamo na strešnej rovine. Prvý variant spočíva hlavne v overení možnosti použitia daného sklonu 17°. Ako zásobníky na TV boli použité dve nádoby s dvomi vykurovacími špirálami, pre solárny systém a pomocný zdroj.

V druhom variante bol použitý rovnaký sklon, ale iná skladba zásobníkov. Bol zvolený jeden predradený zásobník s jednou špirálou a objemom 2000 l (ohrievaný solárom) a jeden zásobník na TV s objemom 1000 l a rovnako s jednou špirálou (ohrievaný pomocným zdrojom).

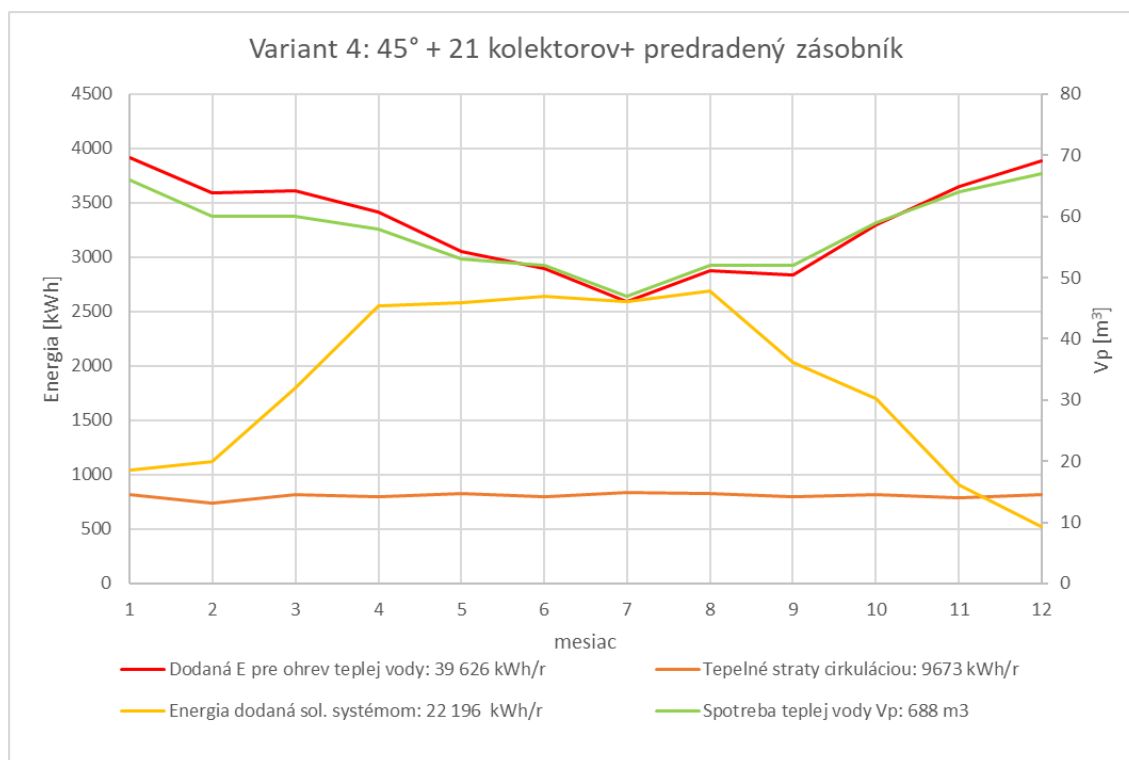
Pri zapojení s predradeným zásobníkom simulácia vykazovala lepšiu účinnosť systému a vyššiu hodnotu celkového solárneho podielu.

Ďalšie navyšovanie sklonu systému viedlo k ďalšiemu zlepšeniu celkového chovania solárneho systému.

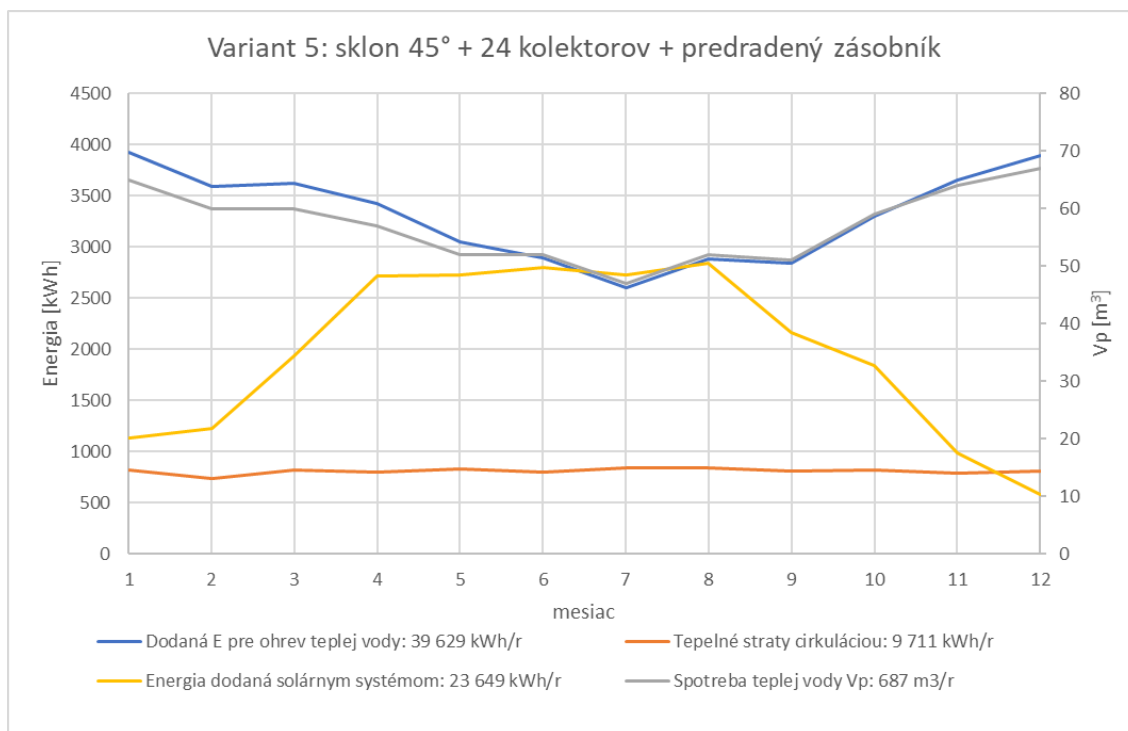
V poslednej simulácii bol zmenený počet kolektorov na 24 ks, s rešpektovaním veľkosti strechy, čo malo za následok ďalšie navýšenie solárneho podielu.

3.2.1 ENERGETICKÉ BILANCIE VARIANT Č. 4 A 5

Táto práca sa ďalej venuje variantám č. 4 a 5, ktoré vykazovali najvyššie hodnoty solárneho podielu.

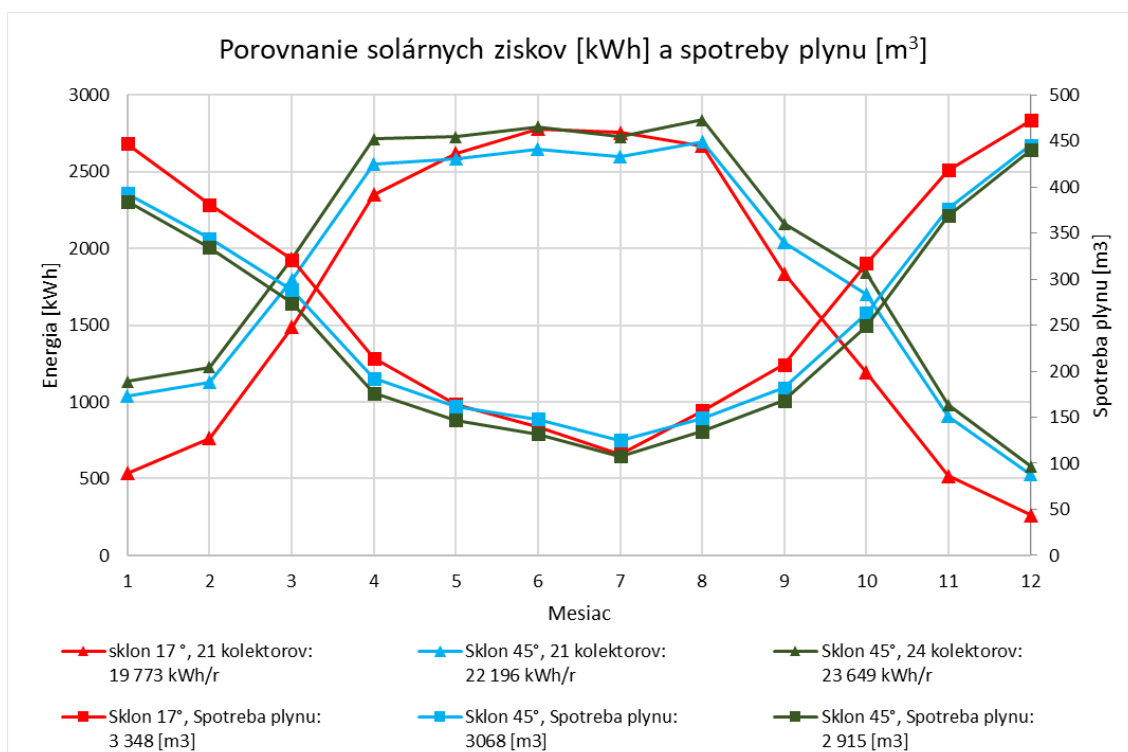


Graf 3 Ročná bilancia solárnych kolektorov var. 4



Graf 4 Ročná bilancia solárnych kolektorov var. 5

Spotreba plynu:



Graf 5 Vplyv zisku slnečnej energie na spotrebu plynu

3.2.2 EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE SOLÁRNEHO SYSTÉMU

Jedným z najdôležitejších parametrov pri navrhovaní, realizácii a prevádzkovaní solárneho systému je práve ekonomické zhodnotenie investície a teda jej návratnosť.

Návratnosť investície bola dopočítaná programom T*sol.

Cena energie:

Životnosť projektu: 30 rokov

Zemný plyn: 1600 Kč/MWh \approx 64,0 €/MWh

Približné náklady na realizáciu var. 1 až var. 5:

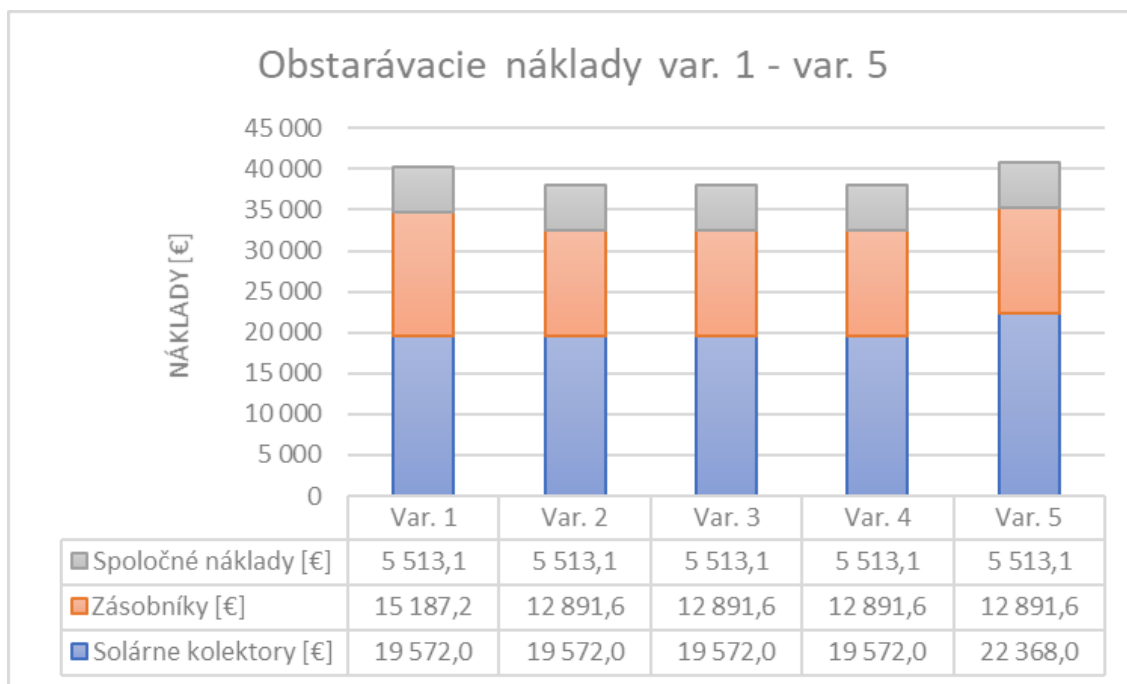
Tabuľka 30 Náklady na realizáciu solárneho systému

Odhadované náklady na zariadenia pre vybrané varianty								
Solárne kolektory + montáž	cena [€/m ²]	21 ks plocha[m ²]	24 ks plocha[m ²]	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5
		400,00	48,93	55,92	19 572,0	19 572,0	19 572,0	19 572,0
2x Zásobník TV Ivar Prestige EP, 1390 l [€]				15 187,2	-	-	-	-
1x Zásobník TV Ivar Euro WW 1000 l [€]				-	4 300,8	4 300,8	4 300,8	4 300,8
1x Predradený zásobník Ivar Euro WW 2000 l [€]				-	8 590,8	8 590,8	8 590,8	8 590,8
Expanzná nádoba [€]				218,4				
Čerpadlová skupina [€]				796,8				
Regulácia [€]				650,0				
	cena [€/m]	dĺžka [m]						
Potrubié 18x1,0	6,82	31,4	214,1					
Potrubié 22x1,0	8,39	3,5	29,4					
Potrubié 28x1,5	11,99	31,5	377,7					
Montáž potrubia	31,50	66,4	2 091,6					
Izolácia HT Armaflex pre 18x1,0	9,34	31,4	293,2					
Izolácia HT Armaflex pre 22x1,0	10,62	3,5	37,2					
Izolácia HT Armaflex pre 28x1,5	19,22	31,5	605,6					
Montáž tep. izolácie	3,00	66,4	199,2					
Cena spolu [€]				40 272,3	37 976,7	37 976,7	37 976,7	40 772,7
Cena bez položky Solárne kolektory + montáž [€]				20 700,3	18 404,7	18 404,7	18 404,7	18 404,7

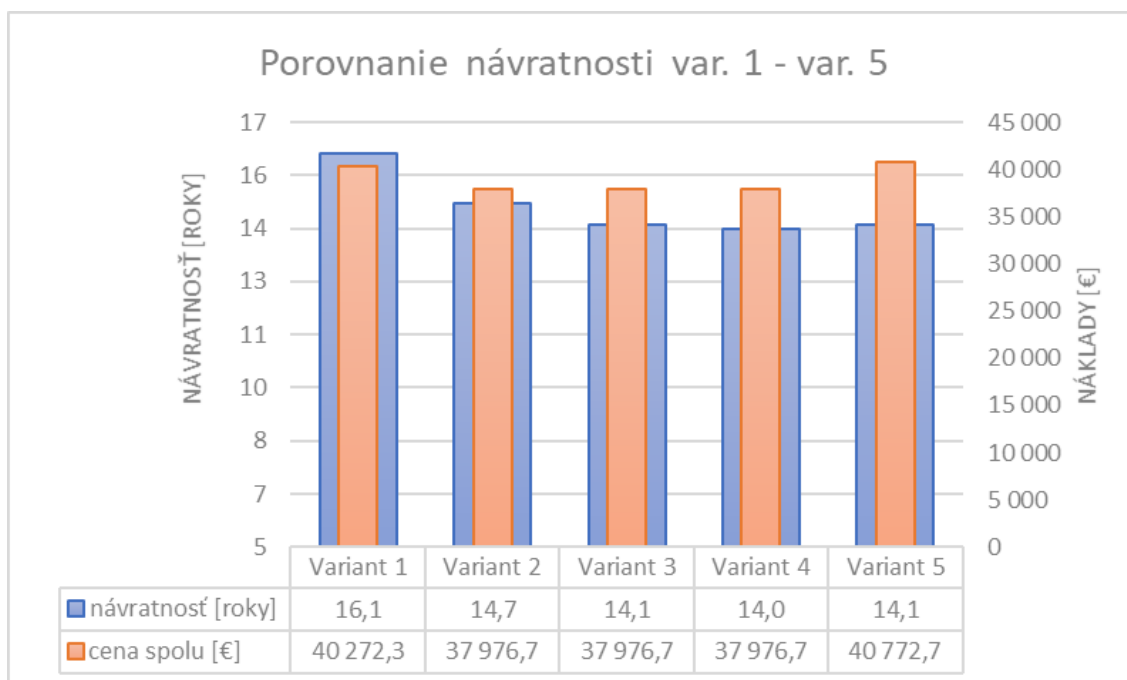
Náklady na realizáciu sa odlišujú v závislosti na tom, aký typ zapojenia zásobníkov je použitý a s akým počtom solárnych kolektorov bola simulácia navrhovaná.

Tabuľka 31 Ekonomická návratnosť pre všetky varianty

klimatická oblasť Červená	Sklon [°]	počet kolektorov	Solárny zisk [kWh]	Celková potrebná E [kWh]	solárny podiel f	návratnosť [roky]
Variant 1	17	21	19 530	50 678	38,5	16,1
Variant 2	17	21	20 580	50 264	40,9	14,7
Variant 3	30	21	21 763	50 294	43,3	14,1
Variant 4	45	21	22 039	50 288	43,8	14,0
Variant 5	45	24	23 448	50 339	46,6	14,1



Graf 6 Obstarávacie náklady solárneho systému pre rôzne varianty



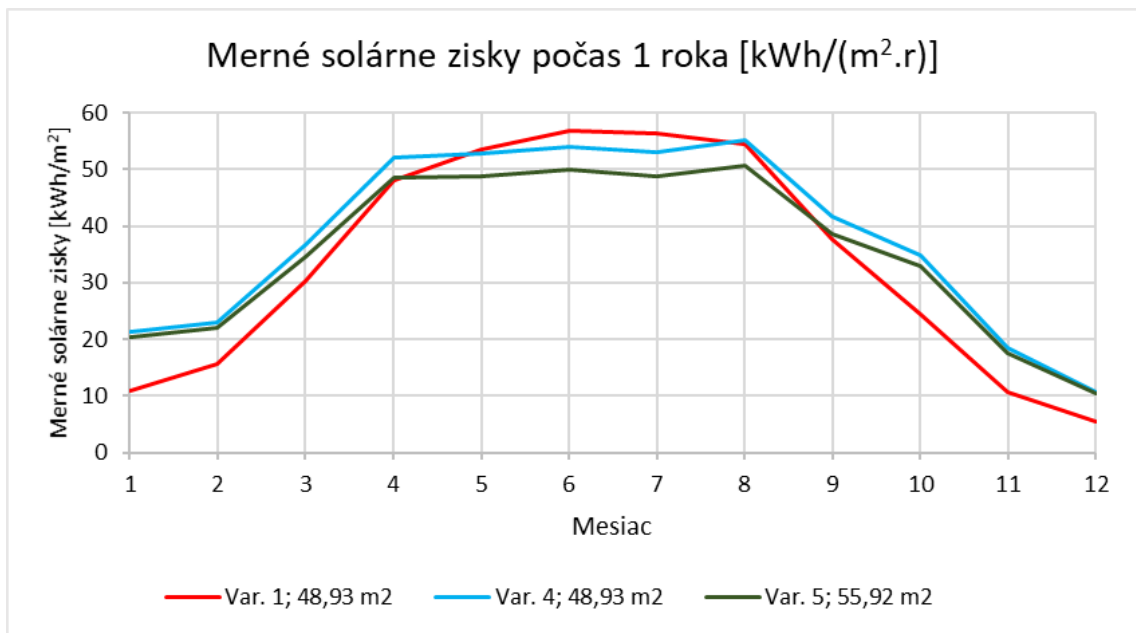
Graf 7 Porovnanie pomeru návratnosti a nákladov

Jedným z dôležitých ukazovateľov využívania solárnych ziskov je aj hodnota merného solárneho zisku $q_{ss,u}$ [kWh/m²], ktorý vyjadruje energetický prínos na 1 m² plochy kolektorov. Dá sa o ňom povedať, že je akýmsi ekonomickým kritériom návrhu solárnej sústavy. Spočíta sa ako podiel solárnych ziskov počas jedného roka a plochy apertúry kolektorov.

$$q_{ss,u} = \frac{Q_{ss,u}}{A_k} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

Tabuľka 32 Hodnoty merných solárnych ziskov pre varianty 1 až 5

Variant	Variant 1: sklon 17° bez predradeného zásobníka	Variant 2: sklon 17° predradený zásobník	Variant 3: sklon 30° predradený zásobník	Variant 4: sklon 45° predradený zásobník	Variant 5: sklon 45° 24 kolektorov + predradený zásobník
Merný solárny zisk $q_{ss,u}$ [kWh/m ²]	404	423	448	454	423



Graf 8 Merné solárne zisky $q_{ss,u}$ [kWh/(m².r)] v priebehu roka pre varianty 1, 4, 5

3.2.3 ZÁVER SIMULÁCIE

Najkratšiu dobu návratnosti obstarávacích nákladov má variant číslo 4. Porovnateľnú ekonomickú návratnosť má variant 5, ktorý má na druhej strane najväčšie náklady na realizáciu. Napriek väčšiemu solárnemu podielu, až 46,6 %, sa variant číslo 5 neodporúča realizovať.

Tento záver vyplýva aj z hodnoty merného solárneho zisku, ktorý dosahuje najväčšie hodnoty práve pre variant č. 4.

Pre realizáciu sa ako optimálne riešenie javí variant číslo 4, teda sklon kolektorov 45° s počtom 21 ks a s predradeným solárnym zásobníkom a jedným zásobníkom na TV.

4. D – ZÁVER

Predmetom tejto diplomovej práce bol návrh vykurovacej sústavy bytového domu s kancelárskimi. Ohrev teplej vody je navrhnutý vo dvoch variantoch.

Teoretická časť bola venovaná predstaveniu a analýze riešeného problému diplomovej práce. Zoznámenie sa so základným rozdelením vybraných zdrojov tepla pre bytový dom a solárneho systému. Keďže pri simulačnom riešení bol použitý software T*Sol, časť teoretického riešenia bola venovaná zoznámeniu sa so základnými princípmi výpočtu simulačného programu. V závere bol rozobraný článok [21], ktorý sa zaoberal optimalizáciou návrhu solárneho systému pre ohrev teplej vody bytového domu z hľadiska kolektorovej plochy a veľkosti solárneho zásobníka. Tieto parametre boli premietnuté do zaujímavých grafov, ktoré interpretovali výkonnostné pomery sústavy.

Čo sa výpočtovej časti týka, v prvom variante, ohrevu teplej vody, je navrhnutý plynový kondenzačný závesný kotol, ktorého výkon (45 kW) je dimenzovaný podľa hodinovej odberovej špičky. K tomuto typu ohrevu je navrhnutý zásobník s objemom 710 l. Celkový inštalovaný výkon kotlov je 2 x 45 kW (vykurovanie + ohrev teplej vody).

Plynový kondenzačný kotol bol ako zdroj tepla zvolený kvôli typu vykurovacej sústavy (sústava s teplotným spádom 65/50) a predovšetkým možnosti pripojenia na rozvod plynu v danej lokalite. Z investičného hľadiska a teda pomeru cena/výkon sú plynové kotle dostupným a výkonným variantom s prepracovaným technickým riešením.

Druhý variant prípravy teplej vody je za pomoci solárneho systému, ktorý bol vybraný na základe simulácie z viacerých možností návrhu (*vid' kap. 3-C*). Solárny systém pozostáva z 21 ks kolektorov, z jedného pradradeného solárneho zásobníka s objemom 2000 l, pohotovostného zásobníka s objemom 900 l a ďalších komponentov. K solárnemu systému je navrhnutá rovnaká kaskáda kotlov ako pri prvom variante (2 x 45 kW) z dôvodu pokrytia menších solárnych ziskov v zimných mesiacoch. Solárny podiel pre zvolený variant je 43,8 %.

Návratnosť solárneho systému je približne 14 rokov pri maximálnej životnosti systému 30 rokov. Jedná sa o relatívne priaznivú dobu návratnosti, ktorej hodnota by s dotáciou dokázala ďalej poklesnúť.

Vzhľadom k nestabilným cenám plynu a možnosti ekologického, investične návratného spôsobu ohrevu teplej vody sa inštalácia solárneho systému odporúča.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] POČINKOVÁ, Marcela. *TZB II - vytápění budov: Modul 5, Zdroje tepla - Kotelny*. Brno, 2006.
- [2] *Kondenzačné plynové kotly* [online]. In: . [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://dodavatelia.123dopyt.sk/601619-ekovital-sro/ponuka/370977-kondenzacne-plynove-kotly>
- [3] *Závesné elektrické kotly* [online]. In: . [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.thermona.sk/sk/elektrokotly>
- [4] HAVELSKÝ, Václav. *Ktoré zdroje tepla v bytových domoch sú výhodné?* [online]. In: . [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.asb.sk/biznis/sprava-budov/ktore-zdroje-tepla-v-bytovych-domoch-su-vyhodne>
- [5] TOMČIAK, Ján. *Spôsoby využívania slnečnej energie* [online]. [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/1952-sposoby-vyuzivania-slnecej-energie>
- [6] NOVÁK, Milan a Ján TOMČIAK. *Účely využitia slnečného tepla* [online]. [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/1958-ucely-vyuzitia-slneceho-tepla>
- [7] MATUŠKA, Tomáš. *Typy solárnych kolektorů* [online]. [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- [8] DVOŘÁK, Stanislav. *Jak správně vybrat solární kolektor?* [online]. [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://solarni-ohrev-vody.cz/clanky/poradime-vam-jak-spravne-vybrat-solarni-kolektor>
- [9] *Jak na solární ohřev vody i bazénu svépomocí* [online]. In: . 2021 [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.lovelyhome.cz/jak-na-solarni-ohrev-vody-i-bazenu-svepomoci/>
- [10] ŠVORČÍK, Václav. *Nové typy solárnych kolektorů Buderus* [online]. In: . [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.topin.cz/clanky/nove-typy-solarnich-kolektoru-buderus-detail-1395>
- [11] *PLOCHÝ VÁKUOVÝ KOLEKTOR TS400* [online]. In: . [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.thermosolar.sk/plochy-vakuovy-kolektor-ts400/>
- [12] *Solárne systémy* [online]. In: . [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://tepelnesystemy.sk/solarne-systemy/>
- [13] *Solární ohřev vody* [online]. In: . [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: https://www.domeceksnu.cz/Solarni_ohrev_vody?&tisk=1&limit1=&all1=
- [14] KRAMOLIŠ, Petr. *Velkoplošné solární systémy* [online]. [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/1949-velkoplosne-solarni-systemy>
- [15] MATUŠKA, T. *Teplonosná kapalina* [online]. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/148-teplonosna-kapalina>
- [16] *Design and Simulation of thermal solar systems: User Manual*. Berlín, 2013. Dostupné také z: <https://www.valentin-software.com/wp-content/uploads/legacy-downloads/handbuecher/en/tsol-pro-manual-en.pdf>

- [17] REINDL, D.T., W.A. BECKMAN a J.A. DUFFIE. Diffuse fraction correlations. *Solar Energy* [online]. 1990, **45**(1), 1-7 [cit. 2022-01-02]. ISSN 0038092X. Dostupné z: doi:10.1016/0038-092X(90)90060-P
- [18] DUFFIE, John A. a William A. BECKMAN. *Solar engineering of thermal processes*. Second edition. New York: John Wiley and Sons, 1991. ISBN 0-471-51056-4.
- [19] WEISMANOVÁ, J. Anizotropný model slnečného žiarenia pre potreby dynamických simulácií budov. *TZB-info* [online]. 2014 [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/10993-anizotropny-model-slneceho-ziarenia-pre-potreby-dynamicky-ch-simulacii-budov>
- [20] MATUŠKA, T. *Simulační nástroje pro hodnocení solárních soustav* [online]. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/152-simulacni-nastroje-pro-hodnoceni-solarnich-soustav>
- [21] SHEMELIN, V. a T. MATUŠKA. *Analýza přípravy teplé vody solární soustavou pro bytový dům* [online]. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/21656-analyza-pripravy-teple-vody-solarni-soustavou-pro-bytovy-dum>
- [22] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Centrum technické normalizace, 2011.
- [23] ČSN EN 12831-1. *ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. 1. Praha: Centrum technické normalizace, 2018.
- [24] *Korad Radiators* [online]. Košice [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.korad-radiators.sk/dokumentacia/>
- [25] *MC Metal* [online]. Žilina [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.mcmetal.sk>
- [26] *Minib* [online]. Praha [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.minib.cz/en/default>
- [27] ČSN 06 0320. *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [28] *DZD* [online]. Dražice [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-hp>
- [29] *Viessmann* [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.viessmann.sk/sk/obytno-budovy/solame-systemy/ploche-kolektory/vitosol-200fm.html>
- [30] *Ivar CS: Voda, kúrenie plyn* [online]. [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <https://www.ivarsk.sk/katalog/tepelnotechnika/ohrievac-vody-zasobnikovy-pre-pripravu-tv-s-jednym-integrovanym-vymennikom-p139809/#video>
- [31] *Valentin software: T*sol* [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://valentin-software.com/en/products/tsol/>
- [32] *Flamco: Flow of innovation* [online]. [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <https://flamcogroup.com/sk/catalog/expanzne-systemy/expanzne-nadoby/flexcon-solar/flexcon-solar-110-1000/16071/groups/g+c+p+a+nr+view>

- [33] *Thermona* [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://www.thermona.sk/sk/plynove-kotly/plynove-kondenzacne-kotly/len-na-vykurovanie/kotol-therm-45-kda>
- [34] *Herz* [online]. [cit. 2021-12-24]. Dostupné z: <https://www.herz-sk.sk>
- [35] *IMI-Hydronic Engineering* [online]. [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/stad-pn-25>
- [36] *BOLA: Meracia, regulačná a kúrenárska technika* [online]. [cit. 2021-12-20]. Dostupné z: <https://www.bola.sk/trojcestny-zmiesavaci-ventil-esbe-vrg-131-25-10>
- [37] *Grundfos - product center* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?qcid=904003558>
- [38] ČSN 06 0830. *Tepelné soustavy v budovách: Zabezpečovací zařízení*. Praha: Centrum technické normalizace, 2014.
- [39] *Honeywell* [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://m.productcatalog.honeywellhome.com/slovakia/pdf/sm120-sr01r0105.pdf>
- [40] Výpočet tepelné ztráty potrubí s izolací. *TZB-info* [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-vypocet-tepelne-ztraty-potrubu-s-izolaci>
- [41] *Docplayer* [online]. [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/5695659-Kondenzacni-kaskadove-kotelny-therm.html>
- [42] *ETL - Ekotherm a.s.* [online]. [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://www.etl.cz>
- [43] *Almeva* [online]. [cit. 2021-12-19]. Dostupné z: <https://almeva.sk/sk>

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

Skratky

CO_2	oxid uhličitý
ČSN	česká technická norma
DHW	domestic hot water
TV	teplá voda
TZB	technické zariadenia budov

Symbols

A_k	veľkosť kolektorovej plochy [m^2]
G_{dir}	priame slnečné žiarenie na naklonenú rovinu [W/m^2],
V_{zas}	objem solárneho zásobníka [l], [m^3]
t_{em}	stredná teplota exteriéru [$^{\circ}C$]
t_v	teplota vody [$^{\circ}C$]
ΔT	rozdiel teplôt [K]
C	súčet všetkých tepelných kapacít [$J.K^{-1}$]
E	súčet všetkých vstupných a výstupných energií [J]
γ	výška Slnka nad obzorom [$^{\circ}$]
G_{diff}	difúzne slnečné žiarenie na naklonenú rovinu [W/m^2],
η_0	optická účinnosť kolektora [-],
T_{Cm}	priemerná teplota kolektorov [$^{\circ}C$],
T_A	teplota vzduchu [$^{\circ}C$],
f_{IAM}	oprava uhlu dopadu
k_0, a_1	lineárny súčiniteľ tepelnej straty kolektoru [$W/(m^2.K)$],
k_q, a_2	kvadratický súčiniteľ tepelnej straty kolektoru [$W/(m^2.K^2)$]
η_{cle}	účinnosť okruhu solárneho kolektoru [-]
η_{ss}	účinnosť solárneho systému [-]
f	solárny podiel [-]
Q_{CL}	energia dodaná na ohrev TV solárnym systémom [kWh/rok]
$Q_{pom,TV}$	energia dodaná na ohrev TV pomocným zdrojom [kWh/rok]
H	výhrevnosť paliva [kJ/m^3], [MJ/m^3]
V_{TV}	denná potreba teplej vody [l], [m^3]
$Q_{ss,u}$	celkový úhrn solárnej energie [kWh/rok]
$q_{ss,u}$	merný solárny zisk [kWh/ $m^2.rok$]
λ	súčiniteľ tepelnej vodivosti [$W/m.K$]
R	tepelný odpor konštrukcie [$m^2.K/W$]
R_{si}	odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu [$m^2.K/W$]
R_{se}	odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu [$m^2.K/W$]
U	súčiniteľ prechodu tepla konštrukciou [$W/m.K$]
U_N	normová hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou [$W/m.K$]

$U_{rec,20}$	odporúčaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou [W/m.K]
$U_{equiv,k}$	ekvivalentná hodnota súčiniteľa prechodu tepla kcie. v kontakte so zeminou [W/m.K]
t_i	teplota interiéru [°C]
t_e	teplota exteriéru [°C]
H_t	merná tepelná strata prechodom [W/K]
$\Phi_{T,i}$	návrhová strata prechodom tepla [W]
$H_{T,i}$	merná tepelná strata prechodom tepla [W/K]
$\Phi_{V,i}$	návrhová strata vetraním [W]
$H_{V,i}$	merná tepelná strata vetraním [W/K]
Q_{skut}	navrhovaný výkon telesa [W], skutočný výkon ohrevu TV [kW]
$Q_{HL,i}$	navrhovaný tepelná strana miestnosti [W]
Q_{2t}	odobraté teplo na ohrev TV [kWh]
Q_{2z}	teplo stratené cirkuláciou [kWh]
Q_{1n}	menovitý výkon ohrevu [kW]
$V_{špi}$	objem zásobníka v odberovej špičke [m ³]
V_z	objem zásobníkového ohrievača [m ³]
T_1	prívodná teplota vykurovacej vody [°C]
T_2	vratná teplota vykurovacej vody [°C]
t_1	teplota studenej vody [°C]
t_2	teplota teplej vody [°C]
M	hmotnostný prietok [kg/h]
τ	čas [-]
V_{EXN}	objem expanznej nádoby [l]
β	koefficient rozťažnosti [-]
V_p	objem potrubia [l]
V_{ot}	objem vykurovacích telies [l]
V_{R+z}	objem rozdeľovača a zberača [l]
V_{HVDT}	objem HVDT [l]
V_O	objem vody sústavy [l]
V_k	objem kolektorov [l]
V_s	objem teplonosnej látky v expanznej nádobe [l]
V	objem solárneho systému [l]
V_{MN}	objem medziľahlej vychladzovacej nádoby [l]
$V_{KOL,tr}$	objem kolek. a potrubia v parnej oblasti nad spodnou hranou kolektor. [l]
V_{tr}	objem potrubia pod spodnou hranou kolektorov až po čerp. skupinu [l]
p_o	najnižší prevádzkový pretlak solárneho systému [kPa]
p_e	najvyšší prevádzkový pretlak solárneho systému [kPa]
Q_{VYT}	navrhovaný tepelný výkon pre vykurovanie [kW]
Q_{TV}	potreba tepla na prípravu TV [kW]

Q_{VZT}	potreba tepla pre VZT [kW]
Q_{TECH}	potreba tepla pre technológie [kW]
Q_{PRIP}	navrhovaný výkon zdroja tepla [kW]
ξ	súčiniteľ vradených odporov [-]
w	rýchlosť prúdiacej tekutiny [m/s]
R	tlaková strata po dĺžke [Pa/m]
Z	tlaková strata vradenými odpormi [Pa/m]
Δp_{dis}	dispozičný tlak [kPa]
Δp_{rv}	tlaková strata armatúry [kPa]
p_s	požadovaná tlaková strata trojcestného zmiešavacieho ventilu [Pa]
$p_{d,dov}$	najnižší dovolený prevádzkový pretlak [kPa]
$p_{h,dov}$	najvyšší dovolený pretlak [kPa]
E_{TV}	energia na ohrev teplej vody [kWh]
E_{UK}	energia na ohrev vody ústredného kúrenia [kWh]

ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV

Zoznam obrázkov:

Obrázok 1 Princíp kondenzačnej techniky [2]	12
Obrázok 2 Elektrokotel Therm EL 45 [3]	13
Obrázok 3 Plochý nekrytý kolektor na ohrev bazénovej vody [9].....	14
Obrázok 4 Plochý selektívny kolektor Buderus [10].....	15
Obrázok 5 Plochý vákuový kolektory TS400 [11]	15
Obrázok 6 Tepelná trubica a U-register trubicovom kolektore [12] [13].....	16
Obrázok 7 Zložky slnečného žiarenia [19].....	20
Obrázok 8 Toky energií pre ohrev TV pomocou solárneho systému	22
Obrázok 9 Vplyv pomeru plochy kolektoru k dennej spotrebe vody na celkovej bilancii systému [21]	25
Obrázok 10 Vplyv pomeru objemu zásobníka a plochy kolektorov na $f [-]$ a $q_{ss,u}$ [kWh/m ² rok] [21].....	25
Obrázok 11 Parametre zásobníka OKC 750 NTR/HP [28]	43
Obrázok 12 Solárny kolektor Vitosol 200- FM, typ SV2F [29]	44
Obrázok 13 Dimenzačná schéma solárnych kolektorov	46
Obrázok 14 Pracovná oblasť obehového čerpadla	47
Obrázok 15 Schematické zapojenie zásobníkov, model T*sol [31]	48
Obrázok 16 Technické parametre kotla Therm 45 KD.A [33].....	51
Obrázok 17 Dimenzačná schéma vetvy Juh.....	52
Obrázok 18 Návrhový diagram termostatickej vložky Heimeier 4360 [24]	55
Obrázok 19 Kv hodnoty termostatickej vložky [24].....	55
Obrázok 20 Návrhový diagram termostatického ventilu TS-90-V [34]	56
Obrázok 21 Návrhový diagram termostatického ventilu Herz-TS-3000 [34].....	57
Obrázok 22 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 [37].....	61
Obrázok 23 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 [37].....	62
Obrázok 24 Graf čerpadla ALPHA2 25-40 [37].....	62
Obrázok 25 Graf čerpadla ALPHA2 25-50 [37].....	63
Obrázok 26 Čerpadlo Wilo 15/7,5 [33]	63
Obrázok 27 Výtokový súčiniteľ a súčiniteľ zväčšenia sedla.....	65
Obrázok 28 Návrh hrúbky izolácie	66
Obrázok 29 Výrobný výkres rozdeľovača kotlového okruhu [41]	66
Obrázok 30 Parametre R+Z vykurovacích vetiev [42]	67
Obrázok 31 Rozdeľovač a zberač MU84-125 [42].....	67
Obrázok 32 Koncentrický systém odvodu spalín CAS kaskádovej kotolne [43]	67
Obrázok 33 T*Sol - logo simulačného programu [31]	79
Obrázok 34 Poloha mesta Rýmařov a meteorologickej stanice Červená	79
Obrázok 35 Uživatelské prostredie a simulačný model.....	81

Zoznam tabuliek:

Tabuľka 1 Výhrevnosť a emisný faktor palív [16]	22
Tabuľka 2 Merné solárne zisky simulácie v kapitole 3.C	24
Tabuľka 3 Tepelné straty miestnosti Hala	34
Tabuľka 4 Tepelné straty miestnosti Kúpeľňa	35
Tabuľka 5 Tepelné straty Obytná miestnosť + KK	35
Tabuľka 6 Tepelné straty miestnosti Hala - Techcon	36
Tabuľka 7 Tepelné straty miestnosti Kúpeľňa - Techcon	36
Tabuľka 8 Tepelné straty Obytnej miestnosti - Techcon	36
Tabuľka 9 Výpočet tepelnej straty vetraním	37
Tabuľka 10 Prehľad tepelných strát jednotlivých miestnosti.....	38
Tabuľka 11 Zoznam vykurovacích telies	40
Tabuľka 12 Potreba vody v bytovom dome	42
Tabuľka 13 Rozloženie spotreby vody počas dňa	42
Tabuľka 14 Dimenzačná tabuľka solárnych kolektorov.....	45
Tabuľka 15 Potreba teplej vody	47
Tabuľka 16 Odhadovaná spotreba teplej vody.....	48
Tabuľka 17 Dimenzovanie kritického okruhu vetvy Juh	53
Tabuľka 18 Dimenzovanie kritického okruhu vetvy Sever.....	53
Tabuľka 19 Dimenzovanie kritického okruhu vetvy Kancelárie	54
Tabuľka 20 Dimenzovanie rozvodov technickej miestnosti	54
Tabuľka 21 Príklad dimenzovania vykurovacích telies kancelárie K2	56
Tabuľka 22 Príklad dimenzovania vykurovacieho rebríkového telesa v kúpeľni	57
Tabuľka 23 Prehľad tlakových strát jednotlivých vetiev	59
Tabuľka 24 Prehľad dispozičných tlakov a prietokov jednotlivých vetiev	61
Tabuľka 25 Potreba teplej vody	80
Tabuľka 26 Sklon kolektorov pre rôzne varianty	80
Tabuľka 27 Objem zásobníkov a počet kolektorov pre rôzne varianty	80
Tabuľka 28 Kombinácia sklonu kolektora, počtu kolektorov a typu zásobníkov	81
Tabuľka 29 Výstup výsledkov so simulácie 5 variant návrhu	82
Tabuľka 30 Náklady na realizáciu solárneho systému	85
Tabuľka 31 Ekonomická návratnosť pre všetky varianty	85
Tabuľka 32 Hodnoty merných solárnych ziskov pre varianty 1 až 5	87

Zoznam grafov:

Graf 1 Krivka odberu a dodávky TV	42
Graf 2 Ročná bilancia potreby teplej vody a solárnych ziskov	45
Graf 3 Ročná bilancia solárnych kolektorov var. 4.....	83
Graf 4 Ročná bilancia solárnych kolektorov var. 5.....	84
Graf 5 Vplyv zisku slnečnej energie na spotrebu plynu	84
Graf 6 Obstarávacie náklady solárneho systému pre rôzne varianty	86
Graf 7 Porovnanie pomeru návratnosti a nákladov.....	86
Graf 8 Merné solárne zisky $q_{ss,u}$ [kWh/(m ² .r)] v priebehu roka pre varianty 1, 4, 5	87

ZOZNAM PRÍLOH

TEXTOVÉ PRÍLOHY

Príloha P[1]	Výpočet tepelných strát miestnosti
Príloha P[2]	Dimenzovanie vykurovacej sústavy

VÝKRESY

V.01	Pôdorys 1.PP
V.02	Pôdorys 1.NP
V.03	Pôdorys 2.NP
V.04	Pôdorys 3.NP
V.05	Pôdorys 4.NP
V.06	Schéma zapojenia vykurovacích telies – juh
V.07	Schéma zapojenia vykurovacích telies – sever
V.08	Pôdorys technickej miestnosti Var.1
V.09	Schéma zapojenia technickej miestnosti Var.1
V.10	Pôdorys 1.PP Var.2
V.11	Pôdorys strechy Var.2
V.12	Pôdorys technickej miestnosti Var.2
V.13	Schéma zapojenia technickej miestnosti Var.2