

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Rodinný dům – vytápění

Detached house – Heating

Student:

Aleš BŘENEK

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petra Tymová

Ostrava 2010

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 3. května 2010

.....

Aleš BŘENEK

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že

- *byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3)*
- *souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona*
- *bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*
- *beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby*

V Ostravě dne 3. května 2010

.....

Aleš BŘENEK

Anotace

Břenek Aleš. *Rodinný dům – vytápění*. Bakalářská práce
Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební 2010.

Hlavním cílem práce je výběr a návrh vytápění rodinného domu. Návrh je podložen potřebnými výpočty, jež zajistí správnou a bezpečnou funkci otopného systému.

První kapitola podrobně popisuje stavební část objektu. V této kapitole je nutné upozornit na návrh zelené intenzivní pochůzí střecha, která je řešena jako střešní zahrada s přístupem po venkovním schodišti.

Druhá kapitola se zabývá vytápěním deskovými radiátory. Zde je nutné upozornit na detailní postup výpočtu termoregulačních ventilů a šroubení otopných těles.

Třetí kapitola, popisuje principy využití sluneční energie na přitápění a ohřev vody v kombinaci s kondenzačním plynovým kotlem.

Graficky nejzajímavější jsou jistě přílohy a to především příloha č. 14 s 3D vizualizacemi stavby.

Anotation

The main goal of the thesis is a selection and a design of a heating for a house. The design is backed up by necessary calculations that ensure correct functioning of the heating system.

The first chapter closely describes an object building part. It is essential to stress out the design of a green intensive roof walkways which is designed as a roof garden with an access from an outer staircase.

The second chapter focuses on a panel radiator heating. It is now important to emphasize a detailed calculation procedure of thermoregulation valves and mechanics of heating blocks.

The third chapter describes principles of a solar energy utilisation for auxiliary heating and water warming process in combination with condensing gas boiler.

The most graphically interesting are surely enclosures, especially the enclosure number 14 which includes 3D construction visualisations.

Obsah bakalářské práce:

Seznam použitého značení.....	9
1. Úvod.....	12
2. Průvodní zpráva.....	13
2.1. Identifikace stavby.....	13
2.2. Základní údaje charakterizující stavbu.....	13
2.3. Údaje o stavebním pozemku a majetkoprávních vztazích.....	13
2.4. Urbanistické řešení.....	14
2.5. Architektonické a dispoziční řešení.....	14
2.6. Stavební a konstrukční řešení.....	14
2.7. Věcné a časové vazby stavby na okolí a související investice.....	15
2.8. Vliv stavby na životní prostředí a řešení jeho ochrany.....	15
2.9. Požární ochrana.....	15
2.10. Řešení bezbariérového užívání.....	15
2.11. Tepelně-technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů.....	16
2.12. Technické zařízení objektu.....	16
2.13. Rozsah projektové dokumentace.....	17
3. TECHNICKÁ ZPRÁVA - STAVEBNÍ ŘEŠENÍ.....	18
3.1. Všeobecné informace.....	18
3.2. Základní údaje charakterizující stavbu.....	18
3.3. Stavebně-technické řešení.....	19
3.3.1. Příprava území a zemní práce.....	19
3.3.2. Základy a podkladní betony.....	19
3.3.3. Svislé nosné konstrukce.....	20
3.3.4. Vodorovné konstrukce.....	20
3.3.5. Schodiště.....	21
3.3.6. Zastřešení budovy.....	23
3.3.7. Komínové těleso [30].....	24
3.3.8. Příčky.....	24
3.3.9. Překlady.....	25
3.3.10. Podlahové konstrukce [2,10].....	25
3.3.11. Hydroizolace, parozábrany, geotextilie.....	26
3.3.12. Tepelná, zvuková a kročejová izolace.....	27

3.3.13.	Úprava vnitřních povrchů [3].....	27
3.3.14.	Úprava venkovních povrchů [3].....	27
3.3.15.	Truhlářské, zámečnické a ostatní doplňkové výrobky.....	28
3.3.16.	Klempířské výrobky.....	28
3.3.17.	Výměna vzduchu místností.....	28
3.3.18.	Venkovní úpravy.....	29
4.	TECHNICKÁ ZPRÁVA - VYTÁPĚNÍ.....	30
4.1.	Úvod.....	30
4.2.	Okrajové podmínky a tepelná bilance objektu.....	30
4.3.	Popis otopné soustavy.....	31
4.3.1.	Regulace otopné soustavy.....	31
4.3.2.	Postup návrhu termoregulačních ventilů a šroubení [36].....	32
4.3.3.	Zdroj tepla (srdce otopné soustavy) [28].....	34
4.3.4.	Ohřev vody[13].....	35
4.3.5.	Výpočet potřeby teplé vody (TV) [12].....	36
4.3.6.	Energetická bilance potřeby tepla.....	38
4.3.7.	Návrh a posouzení hlavního oběhového čerpadla otopné soustavy [22].....	39
4.3.8.	Návrh zabezpečujících zařízení [22].....	40
4.3.9.	Návrh tepelné izolace potrubí. [27].....	43
4.4.	Návrh solárního systému.....	45
4.4.1.	Úvod.....	45
4.4.2.	Výběr nejvhodnějšího solárního kolektoru.....	45
4.4.3.	Bilancování solární soustavy.....	45
4.4.4.	Základní regulační funkce a zapojení:.....	47
4.4.5.	Prvky solární soustavy [23].....	47
4.4.6.	Návrh a dimenzování prvků soustavy:.....	48
4.4.7.	Návrh oběhových čerpadel solárního systému[23].....	49
4.4.8.	Návrh výměníku určeného pro ohřev vody v bazénu.....	51
4.4.9.	Návrh tloušťky tepelné izolace rozvodů solární soustavy.....	51
4.4.10.	Návrh zabezpečujících zařízení.....	51
4.4.11.	Teplonosné médium.....	53
4.4.12.	Montáž kolektorů.....	53
4.4.13.	Požadavky na montáž a ostatní profese.....	53
4.4.14.	Topné a tlakové zkoušky [26].....	54

5. Závěr	55
6. Seznam použitých pramenů	57
7. Přílohy	59

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

α – výtokový součinitel viz výrobce [-]

α_e - součinitel přestupu tepla mezi povrchem potrubí a okolního vzduchu

C20/25 – pevnost betonu (Concrete) v tlaku válcová / krychlená

ČSN – Česká národní norma

c – měrná tepelná kapacita [J/kg.K]

D – celkový průměr zatepleného potrubí

d – průměr trubky [mm]

EN – expanzní nádoba

EPS – expandovaný polystyrén

EPS Perimetr- voděodolný expandovaný polystyren

g – tíhové zrychlení [m/s²]

HI- hydroizolace

H_m – roční potřeba paliva na 1 kW projektovaného výkonu zdroje [t/kW]

H_v – roční potřeba skladového prostoru na 1 kW projektovaného výkonu zdroje [m³/kW]

h_{max} – výškový rozdíl mezi těžištěm T vodního obsahu v EB a nejvyšším bodem pracovní

látky v otopné soustavě s výškovou rezervou h_r [m]

K – konstanta závislá na stavu syté vodní páry [kW.mm⁻²]

Kč – korun českých

kPa - kilopascal

kW – kilowatt

l – litr

λ – součinitel tepelné vodivosti [W/mK]

λ_{iz} – součinitel tepelné vodivosti izolace [W/mK]

λ_t – součinitel tepelné vodivosti trubky [W/mK]

M – roční potřeba paliva [t]

m – metr

mm - milimetr

NN – nízké napětí

NP – nadzemní podlaží

η – stupeň využití EN [-]

p_B – barometrický tlak [kPa]

p_{a1} – hydrostatický absolutní tlak [kPa]

p_{a2} – nejvyšší dovolený absolutní tlak = otevírací absolutní tlak pojistného ventilu

p_{max} – maximální provozní tlak kotle [kPa]

ρ – hustota vody [kg/m³]

θ – teplota [°C]

S – průřez sedla pojistného ventilu [mm²]

SV – studená voda

s_t – tloušťka stěny [mm]

Q_{IP} – teplo dodané ohřívačem během jedné periody [kWh]

Q_{2t} – potřeba tepla pro ohřev zásobníku [kWh]

Q_{2z} – tepelná ztráta [kWh]

Q_p – pojistný výkon = jmenovitý výkon zdroje tepla [kW]

Q_v – požadovaný výkon zdroje [kW]

RD – rodinný dům

OZE – obnovitelné zdroje energie

TRV – termoregulační ventil

TV – teplá voda

TI – tepelná izolace

TZ – tlakové ztráty

U – součinitel tepelné vodivosti

ÚT – teplá topná voda

t_p – čas periody

V – objem vody otopné soustavy [l]

V_0 – objem vody v celé otopné soustavě [l]

V_{et} – objem expanzní tlakové nádoby [l]

V_z – velikost zásobníku [l]

V_R – redukovaný objem [m³]

W – watt

z – součinitel poměrné ztráty [-]

Φ_{In} – jmenovitý tepelný výkon [kW]

1. Úvod

Každý někdy slyšel o možnosti využití solární energie v domácnosti. O energii Slunce kolují v široké veřejnosti předsudky, nepodložená očekávání, či nedůvěra v návratnost investic vložených do solárního systému. V poslední době se postoj veřejnosti mírně zlepšuje, ale průměrná informovanost končí větou: „Soused má na střeše takové to, co mu asi v létě ohřívá vodu.“

Jelikož každým rokem cena energií roste, ať je odůvodňována hospodářskou krizí, letní sezónou, zvýšením DPH, problémy s dodávkami ropy či erupcí sopky Eyjafjallajökull, dlouhodobý trend naznačuje, že ke snížení ceny energií hned tak nedojde. A jelikož v průměrné domácnosti jsou vynaloženy za energií na ohřev vody a vytápění 1 – 3 měsíční platy, tak není na škodu hledat levnější řešení.

Samotná bakalářská práce komplexně řeší vytápění, ohřev pitné vody a dohřev bazénu. Je kladen důraz na cenu, návratnost investic, komfort a ekologickou stránku věci.

2. Průvodní zpráva

2.1. Identifikace stavby

Název stavby:	Stavba rodinného domu v Ostravě - Hrabové
Stupeň dokumentace:	Realizační projekt
Stavebník a vlastník pozemku:	Tomaš Jagelka, Aviatiků 36 Ostrava-Hrabůvka
Projektant:	Aleš Břenek, Veverkova 11, Ostrava-Hrabůvka

2.2. Základní údaje charakterizující stavbu

Stavebníkem byl zadán požadavek na zhotovení stavby rodinného domu pro pětičlennou rodinu. Jedním z požadavků stavebníka je ekologický způsob vytápění. Objekt se bude nacházet na území Ostravy a je vyhotoven na základě architektonické studie s urbanistickými regulativy města Ostravy.

2.3. Údaje o stavebním pozemku a majetkoprávních vztazích

Stavební parcela č. 247/5 o celkové výměře 1250 m² v intravilánu obce ve stávající občanské zástavbě. Poměry staveniště jsou jednoduché, jedná se o rovinatou dobře přístupnou plochu. Stávající plocha není kulturní památkou, nenachází se v památkové rezervaci, nebo památkové zóně. Vjezd na pozemek je umožněn po vyasfaltované cestě široké 6 m. Na pozemku se nevyskytuje zeleň, která by vyžadovala odstranění. Na území nebylo zjištěno riziko pronikání radonu ani metanu. V rámci geologických průzkumů nebyla zjištěna hladina podzemní vody. Pozemek je oplocen plotem z pletiva. Šířka vjezdu je 4,5 m. Na dopravní infrastrukturu je objekt napojen po stávající komunikaci, ul. Domovské. Na technickou

infrastrukturu bude provedeno napojení na vodovodní a plynovodní řád. Elektřina je přístupná rovněž z ul. Domovské.

2.4. Urbanistické řešení

Hlavní obytná část je tvořena dvoupodlažním objektem s plochou zelenou střechou se spádem do 2 %. Jižní strana je částečně zakryta šikmou střechou o sklonu 133 %. Spojení s veřejnou komunikací bude zajištěno po zpevněné ploše. Objekt splňuje závazné pokyny zadané regulačním plánem.

2.5. Architektonické a dispoziční řešení

Půdorys objektu rodinného domu má tvar obdélníku se dvěma balkóny na severní a jižní straně. Všechny obytné místnosti jsou navrženy podle ČSN 73 4301. [8] Budova je rozdělena na noční a denní zónu, kdy noční zónu tvoří z větší části 2.NP a denní zónu tvoří 1.NP. Na severní straně se nachází schodiště, které vede z 2.NP na střešní zahradu. V letním období slouží jako místo, kde je možno trávit volný čas. V zimě zlepšuje tepelně izolační vlastnosti střešního pláště. Mimo jiné nám umožní lepší rozhled do okolí, čímž zvyšuje komfort bydlení. Bezpečný pobyt na střeše zabezpečuje atika se zábradlím. Budova není podsklepená. Vjezd do dvou garáží je možný ze severní strany druhým vstupem na pozemek. Nedílnou součástí stavby je zahrada s oplocením.

2.6. Stavební a konstrukční řešení

Objekt je tvořen konstrukčním systémem Ytong. Nad větší části objektu je plochá pochůzí zelená střecha firmy Optigreen. Jižní strana je chráněná šikmou střechou krytou taškami Bramac. Nosná konstrukce ploché střechy je tvořena stropními nosníky Ytong a pórobetonovými stropními vložkami. Schodiště uvnitř budovy je monolitické, dvouramenné s dřevěným obkladem stupňů. Příčky jsou zděné systémem Ytong a koupelnové předstěny jsou sádkartonové. Podrobný popis viz technická zpráva.

2.7. Věcné a časové vazby stavby na okolí a související investice

Objekt je možno zkolaudovat, až po připojení na inženýrské sítě. Dočasná uzavírka části komunikace v době realizace přípojek bude provedena po projednání se správcem sítí. Na stavbě bude veden stavební deník a vykonáván pravidelný stavební dozor. Všichni pracovníci na stavbě budou proškolení dle platných bezpečnostních předpisů. Jako dočasná skládka materiálu budou sloužit plochy v okrajových částech pozemku.

2.8. Vliv stavby na životní prostředí a řešení jeho ochrany

Stavba nemá zásadní vliv na životní prostředí a díky zelené střeše dojde k nahrazení travnaté plochy, jež zabírá plocha objektu. Zelená střecha bude mít pozitivní vliv na snížení prašnosti a mikroklima v těsné blízkosti budovy. Novostavbou rodinného domu nevznikne žádný zdroj odpadních látek. Běžný domovní odpad bude odvážen firmou na základě smluvních vztahů.

2.9. Požární ochrana

Požárně bezpečnostní řešení stavby je řešeno samostatnou požární zprávou, která není náplní této práce. Veškeré konstrukce splňují požadavky na požární ochranu budov.

2.10. Řešení bezbariérového užívání

Stavba nevyžaduje bezbariérové provedení.

2.11. Tepelně-technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Všechny konstrukční dílce objektu a výplně otvorů splňují požadované normové hodnoty dle ČSN 730540[11]. Skladby konstrukcí i jejich posouzení s normou je předmětem přílohy č.2.

2.12. Technické zařízení objektu

Odvodnění území včetně zneškodňování odpadních vod - odpadní a dešťové vody ze střech jsou jednotnou kanalizační přípojkou svedeny do kanalizační sítě.

Zásobování vodou - zásobování pitnou vodou je zabezpečeno vodovodní přípojkou u místního vodovodního řadu.

Zásobování energiemi - zásobování elektrickou energií je zajištěno přípojkou elektřiny 230/400V. Přípojka je napojena na stávající elektrické vedení.

Vzduchotechnika -zásobování plynového kotle spalným vzduchem je realizováno přívodním potrubím přes obvodovou stěnu. Odvod spalin zajišťuje komínové těleso Schiedel. WC v 1.NP je odvětráno axiálním ventilátorem přes vzduchové potrubí do venkovního prostředí viz. kapitola 2.3.17. Odvětrání WC 2.NP je vyřešeno napojením na větrací šachtici v komínovém tělese Schiedel.

2.13. Rozsah projektové dokumentace

Označení výkresu	Název výkresu	Měřítko výkresu
S 01	Koordinační situace	1:200
S 02	Základy	1:50
S 03	Půdorys 1.NP	1:50
S 04	Půdorys 2.NP	1:50
S 05	Půdorys stropu nad 1.NP	1:50
S 06	Půdorys střechy	1:50
S 07	Řez A-A´	1:50
S 08	Pohledy	1:100
V 01	Půdorys 1.NP - vytápění	1:50
V 02	Půdorys 2.NP - vytápění	1:50
V 03	Rozvinutý řez	
V 04	Schéma zapojení	

Tab.1 Seznam výkresů

3. TECHNICKÁ ZPRÁVA - STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

3.1. Všeobecné informace

Název stavby:	Rodinný dům
Místo:	Ostrava-Hrabová, Domovská 358/52 (parcela 247/5)
Stavebník a vlastník pozemku:	Tomaš Jagelka, Aviatiků 36 Ostrava-Hrabůvka
Projektant:	Aleš Břenek, VB4PRO01, VŠB
Dodavatel stavby:	Zaplatil a nedodal s.r.o.
Zastavěná plocha:	186,9 m ²
Plocha pozemku parcely:	786 m ²
Obestavěný prostor:	936 m ³
Podlahová plocha:	315 m ²

3.2. Základní údaje charakterizující stavbu

Půdorys objektu rodinného domu má tvar obdélníku se dvěma balkóny na severní a jižní straně. Všechny obytné místnosti jsou navrženy podle ČSN 73 4301. [8] Na severní straně se nachází schodiště, které vede z 2.NP na střešní zahradu. Bezpečný pobyt na střeše zabezpečuje atika se zábradlím. Jižní strana je částečně chráněná šikmou střechou, jež slouží k umístění solárních kolektorů. Budova není podsklepená. Vjezd do dvou garáží je možný ze severní strany druhým vstupem na pozemek. Součástí stavby je zahrada s oplocením. Orientace objektu respektuje tvar pozemku a orientaci okolních RD.

3.3. Stavebně-technické řešení

3.3.1. Příprava území a zemní práce

Před zahájením výstavby se odstraní na místě budoucího staveniště svrchní vrstva ornice do hloubky cca 300 mm. Ornice bude uložena v prostoru staveniště na mezideponii. Po ukončení výstavby bude následně využita v rámci terénních úprav a na úpravu okolí. Přebytek bude odvezen na skládku. Na takto upraveném terénu se následně provede vytyčení objektu a vyhloubení základových rýh pro založení objektu. Objekt se výškově osadí přímo na místě za účasti projektanta a geodeta. Pro realizaci předmětné stavby nejsou nutné přeložky sítí technické infrastruktury. Staveniště bude oploceno. Příjezd a přístup je zajištěn po stávajících komunikacích, které je nutno chránit před poškozením a případně je po ukončení výstavby uvést do původního stavu.

3.3.2. Základy a podkladní betony

Základové pásy pod obvodovými zdmi jsou provedeny do hloubky 1000 mm, pod vnitřními nosnými zdmi do hloubky 600 mm od čisté podlahy, pod schodištěm 300 mm. Základové pásy jsou z betonu C20/25 proarmovány dvěma kusy svislých sítí S6/150. Prostor mezi pásy se začistí, zarovná a zhutní. Na takto připravený podklad se položí EPS perimetr o tloušťce 150 mm. Na stabilizovaný a vyrovnaný polystyren se klade HI Bitagit 40 mineral a na takto připravený podklad se nanese podkladní betonová mazanina v tloušťce 60 mm, do které se vloží ocelová KARI síť 150/150/6,5 mm. Tato KARI síť bude napojena na armování ŽB základových pasů. Pod příčky tl. 100 mm bude položena KARI síť ve dvou vrstvách jako horní a spodní výztuž.

3.3.3. Svislé nosné konstrukce

Obvodové zdivo je tvořeno z tepelně izolačních bloků Ytong lambda P2-500 375x249x599 mm. Vnitřní nosné zdivo je tvořeno pěnosiilikátovými tvárnicemi Ytong P2-400 300x249x599. Tvárnice se kladou do zdící malty Ytong o pevnosti 5 MPa.

3.3.4. Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce nad 1.NP a nosná konstrukce střechy je tvořena z prefabrikovaných železobetonových nosníků, stropních vložek Ytong a monolitické zálivky z betonu C20/25, která je armována KARI sítí 150/150/6,5. Při pokládce stropních nosníků Ytong je třeba dbát na dodržení minimálního uložení 150 mm na nosné zdi. Prostor mezi nosníky vyplňují stropní vložky z pórobetonu P4-500 šířky 599 mm, výšky 200 mm a délky 249 mm. U vložek je potřeba dodržet minimální uložení 20 mm, pro které je na boku vložky vyřezán ozub. V případě, že dojde z technologických důvodů k rozřezání vložky a uložení vložky na nosnou zeď, je uložení vložky zvětšeno na 40 mm. Celý strop má tloušťku 250 mm. Vodorovné, sepnutí stavby (věnec) je provedeno pomocí věncových tvárnic Ytong P4-500 tloušťky 125 mm, která slouží jako ztracené bednění, dále se na určené místo položí svařené nebo svázané armokoše, jež se přivaří k vodorovně položené KARI síti. Nakonec se věncovými tvárnicemi ohraničený prostor zalije betonem C20/25. Vnitřní stranu věncových tvárnic tvoří tepelná izolace Nobasil 50 mm, která eliminuje výskyt tepelných mostů. Věncové tvárnice lepíme tenkovrstvou zdící maltou Ytong. Při realizaci je potřeba dodržovat závazné podmínky pro montáž stropních dílců a vložek Ytong [35]. Na jižní a severní straně v místech kozlovitě uložených balkónových desek jsou věncové tvárnice nahrazeny ISO - nosníky Isokorb[®] typ K ($\lambda=0,113 \text{ W/mK}$), které fungují jako přerušovače tepelných mostů, tím odpadá potřeba balkónové desky izolovat. V místech prostupu schodiště z 1.NP do 2.NP jsou stropní dílce doplněny dvěma ocelovými úhelníky 60/60/6 mm, které slouží k uložení stropních vložek a na straně schodiště k uložení stropních dílců Ytong 550/240/249.

3.3.5. Schodiště

V objektu se nacházejí dva typy schodišťových těles. Hlavní vnitřní schodiště spojující 1.NP a 2.NP a venkovní schodiště, umožňující přístup na střešní zahradu. Vnitřní schodiště je řešeno pravotočivým 180° schodištěm. Nosnou konstrukci stupňů tvoří železobetonová monolitická deska tloušťky 150 mm, která je v jedné třetině zalomená. Mezipodesta se nachází na 3. stupni a je uložena na vnitřních schodišťových stěnách s výztuží kladenou kolmo na výztuž šikmé desky. V úrovni stropů je schodišťová deska kotvena do stropní konstrukce. Stupně jsou vybetonovány (C20/25) a obloženy dřevěným obkladem (dub světlý). Pod prvním stupněm schodiště se zhotoví základ o hloubce 300 mm. Na vnitřní straně je zábradlí. Na venkovní straně je kotveno do nosného zdiva. Madlo je vyrobeno ze smrkového dřeva.

Venkovní schodiště se nachází na severní straně domu. Zatížení schodiště je přeneseno balkonovým tělesem. Samotné schodiště je potřeba stabilizovat kotvením do výztuže věnce 2.NP, který je nutno připravit ještě před betonáží stropů 2.NP a to tak, že se v místech budoucího schodiště přivaří k výztuži věnce schodišťové kotvy z tahové oceli 10 505. Schodiště je samonosné s povrchovou úpravou žárovým zinkováním typ Elegant Exterier od Firmy SWN Moravia s.r.o., zábradlí je tyčové, madlo je z teakového dřeva.

Výpočet hlavního schodiště [29]

- Konstruktivní výška podlaží: $h_k = 3040 \text{ mm}$

Výška stupně $v = 190 \text{ mm}$

Počet stupňů:

$$n = \frac{h_k}{v} \quad (1)$$

$$n = \frac{3040}{190} = 16 \quad (2)$$

- navrženo 16 schodišťových stupňů
- počet stupňů v ramenou $r_1 = 13$ a $r_2 = 3$ stupně

- šířka schodišťového stupně \check{s} :
- $2 \times v + \check{s} = 630$ (3)
- $2 \times 190 + \check{s} = 630$
- $\check{s} = 250 \text{ mm}$

- délka ramena:
- $L1 = (r_1 - 1) \times \check{s}$ (4)
- $L1 = 12 \times 250 = 3000 \text{ mm}$

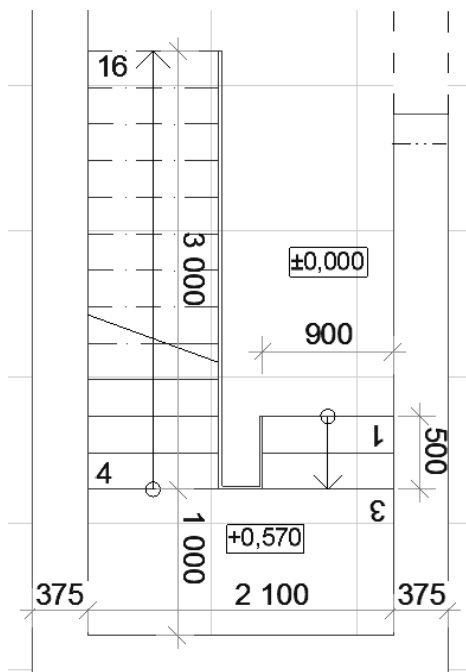
- $L2 = (r_2 - 1) \times \check{s}$ (5)
- $L2 = 2 \times 250 = 500 \text{ mm}$

- šířka ramene $\check{s}_r = 900 \text{ mm}$
- šířka podesty $\check{s}_p = 900 + 100 = 1000 \text{ mm}$
- šířka mezipodesty: $\check{s}_{pm} = 1000 \text{ mm}$
- šířka zrcadla: $\check{s}_z = 300 \text{ mm}$
- šířka schodišťového prostoru: $\check{s}_p = 2 \times \check{s}_r + 300$
- $\check{s}_p = 2100 \text{ mm}$

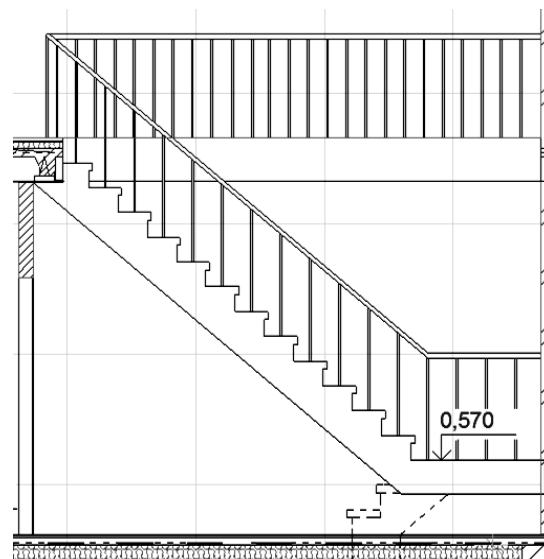


Obr.1 Prostorový pohled na schodiště

Schéma vypočteného schodiště



Obr.2 Půdorys schodiště



Obr.3 Řez schodiště

3.3.6. Zastřešení budovy

Zastřešení je tvořeno plochou jednoplášťovou intenzivní zelenou střechou typu „Střešní zahrada“ od firmy Optigreen. Nosná konstrukce střechy se skládá z prefabrikovaných železobetonových nosníků, stropních vložek Ytong a betonové zálivky z betonu C20/25, která je armována KARI sítí 150/150/6,5. Skladba má tloušťku 250 mm. Při skladbě nosné konstrukce střechy je třeba dodržovat stejné zásady jako při skladbě nosné konstrukce stropu 1.NP viz. bod. 2.3.4. Plochá střecha je vyspádována ve sklonu menším než 1% směrem ke střešním vpustím. Realizace zelené střechy bude provedena firmou Optigreen.

Skladbu ploché střechy tvoří 6 vrstev [24]

- Trávníkový substrát Optigreen Typ R (200 mm)
- Filtrační textilie Optigreen Typ 105
- Drenážní nopová fólie Optigreen Typ FKD 60 BO (60 mm)
- Drenážní násyp Optigreen Typ Perl 8/16 (120 mm)
- Ochranná vodoakumulační textilie Optigreen Typ RMS 500
- Hydroizolace Rhepanol ® hg

Jižní strana je částečně chráněná šikmou provětrávanou střešní konstrukcí, jejíž hlavním úkolem je nést solární kolektory na ohřev topné a pitné vody. Tomuto účelu je konstrukce střechy podřízena a umístěna ve spádu 133% (60°).

Nosnou konstrukci střechy tvoří dřevěné krokve 160/50, které jsou kotvené k podélně položeným vazným trámům. Trámy jsou přišroubovány ke konstrukci atiky (viz příloha 3 detail A.) Ve spodní části jsou krokve kotveny k pozednici ležící na nosné zdi (viz příloha 3 detail B.)

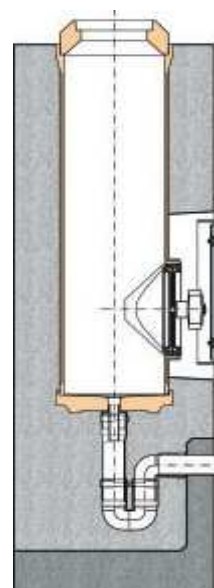
Šikmá střecha má následující skladbu [25]

- 1) Alpská taška Bramac classic
- 2) Střešní latě 60/30 ve vzdálenosti 31,5 cm u krajních tašek 34 cm

- 3) Vzduchová mezera vytvořená z kontralatí
- 4) Pojistná hydroizolace JUTAFOL D 140 s odvětráním
- 5) Tepelná izolace ROCKWOOL Rockmin mezi krokviemi 160 mm
- 6) Tepelná izolace ROCKWOOL Rockmin mezi krokviemi 40 mm
- 7) Parozábrana Jutafol N110

3.3.7. Komínové těleso [30]

V objektu bylo navrženo komínové těleso Shiedel ABSOLUT. Typ levý, jednorůduchový s víceúčelovou šachtou. Rozměry tělesa jsou 360/500 mm, průměr kouřovodu 120 mm, rozměry větrací šachty 100/230 mm. Účinná výška 6,5 m. Komín je proveden z tvarovek ABS 12L. V nadstřešní části je použit systém Absolut Final povrchová úprava má vzhled červených cihel Klinker 240x115x71. Komín je krytý nerezovou komínovou stříškou typu Napoleon o rozměrech 500x500. Založení komína se provádí pomocí prefabrikované komínové paty s vývodem do kanalizace DN40 přes „Neutroset“ ke snížení kyselosti kondenzátu. Odtok kondenzátu je třeba řešit v projektové části kanalizace. Do kouřovodu se v 1.NP napojí výdech kondenzačního kotle Geminox THRi 1-10C. V 2.NP se na víceúčelovou šachtu připojí odvětrání WC. Přívod spalného vzduchu kondenzačního kotle je zajištěn přívodním potrubím z venkovního prostředí $\varnothing 80$ mm. Dimenzování kouřovodu bylo provedeno na objednávku firmou Shiedel (viz. příloha 4.).



Obr4. Komínová pata [30]

3.3.8. Příčky

V 1.NP a v 2. NP jsou navrženy pěnosiilikátové příčky Ytong P2-500 100x249x599 a P2-500 125x249x599 na zdící maltu Ytong o pevnosti 5 Mpa. V koupelnách a WC jsou navrženy sádkartonové předstěny tl. 150 mm na roštu z CW profilů a impregnovaných (zelených) sádkartonových desek GKBi tloušťky 12,5 mm.

3.3.9. Překlady

V objektu jsou použity překlady Ytong, podle rozměrů otvorů a šířek stěn se liší jejich typy. V 1.NP je uvnitř dispozice uložen průvlak ze dvou I nosníků o výšce 300 mm a délce 8 000 mm, který je uložen na nosném zdivu Ytong a ve třech místech podepřen železobetonovými sloupy. I nosník je možné objednat u firmy Feron, a.s. Výpisy překladů jsou uvedeny na výkresech 1.NP a 2.NP.

3.3.10. Podlahové konstrukce [2,10]

Podlahové konstrukce v 1.NP se provádějí na hotové betonové mazanině. V první fázi se na hotový tvrdý podklad položí separační vrstva z PE 25 fólie Miralonu, která eliminuje kročejový hluk. Roznášecí vrstva je tvořena z cementotřískových desek Cetris Polycet. Funkci nášlapné vrstvy bude plnit Marmoleum, které se přilepí lepidlem Thomsit TKL 300 a zaválcuje. Na WC a v koupelně se na betonovou mazaninu nanese základní nátěr pro zlepšení přilnavosti Baumacol Grund, lepidlo Baumacol Basic a nakonec protiskluzová dlažba Taurus Color, která se vyspárjuje. V garáži je skladba obdobná s tím rozdílem, že se použije dlažba Taurus Granit 62 Sahara.

V 2.NP se na stropní konstrukci položí Styrotrade EPS T 3500 tloušťky 50 mm, který zlepšuje zvukovou neprůzvučnost konstrukce stropu. Dále je již skladba stejná jako v obytných místnostech 1.NP. V místech pracovny nad nevytápěným prostorem garáže je tloušťka izolace zvětšena na 100 mm. Podlahové konstrukce budou od svislých nosných konstrukcí odděleny polyuretanovým izolačním páskem. V místech podlahy, kde je užitá stavební chemie Baunit, je potřeba dbát závazných postupů daných výrobcem stavební chemie, v ostatních případech je nutno dodržet stavební postupy firmy Cetris. Především je třeba odstranit mechanické nečistoty, prach a možné kapaliny z podkladní vrstvy podlahy.

3.3.11. Hydroizolace, parozábrany, geotextilie

Izolace proti zemní vlhkosti: Bitagit 40 mineral je hydroizolační pás z oxidovaného asfaltu s vložkou ze skleněné rohože a povrchovou úpravou. Hydroizolační pás nesmí být namáhán tahovými silami. Izolace je vytažena nad upravený terén minimálně 300 mm ideálně 350 mm. Spojení pásů jsou realizovány natavením. [21]

Hydroizolace podlah ve vlhkém prostředí: V koupelnách a WC je použita jako podkladní vrstva bezespárá hydroizolace Baumit Baumacol Protect. [2]

Hydroizolace zelené střechy: Rhepanol hg je hydroizolační fólie o tloušťce 1,5 mm vyrobená z polyizobutylenu (PIB) s výztužnou vložkou ze skelného rouna. Odolná proti prorůstání kořenů podle atestu FLL, horkovzdušně svařitelná. Neobsahuje změkčovadla, halogeny ani přísady těžkých kovů. Jedná se tedy o ekologický výrobek. [1]

Parozábrany:

Ploché střechy: Alu-Villatherm je parozábrana pod tepelnou izolaci zelené střechy z EPS 150 S, zamezuje pronikání vodní páry z interiéru dále do konstrukce. Parozábrana je položena na nosné konstrukci stropu. Nosná vložka je kombinací hliníkové fólie a skelné rohože se zvýšenou odolností proti prošlápnutí. Je možné ji mechanicky kotvit. [18]

Šikmé střechy: Jutafol N 110 je parozábrana určena na ochranu tepelné izolace šikmé střechy. Jedná se o polyolefinovou fólii, která je zpevněna perlinkovou mřížkou. Zabraňuje pronikání vodních par z vnitřních prostor do tepelných izolací. [19]

Pojistná hydroizolace: Jutafol D 140 Special je nekontaktní difúzní nehořlavá fólie. Vhodná pro větrané šikmé střešní systémy. Chrání tepelnou izolaci šikmé střechy před vlhkostí. [20]

3.3.12. Tepelná, zvuková a kročejová izolace

V 2.NP se tloušťky EPS v podlaze různí podle návrhové teploty prostoru v přilehlých místnostech 1.NP. Hlavní funkcí EPS o tloušťce do 50 mm je především zvýšit zvukovou neprůzvučnost stropní konstrukce.

Tepelná izolace:

Podlahy v 1.NP: Isover EPS Perimetr

Podlahy v 2.NP: Styrotrade EPS T 3500

Plochá střecha: Isover EPS 150 S

Šikmá střecha: Rockwool Rocmin

Kročejova izolace:

PE folie Miralon

3.3.13. Úprava vnitřních povrchů [3]

Na svislých a vodorovných konstrukcích dojde k nanesení podkladního nátěru Baumit vyrovnávač nasákavosti. Po zaschnutí se nanese tenkovrstvá omítka Baumit MVR Uni, na kterou se provede nátěr Primalexem Plus (barva dle specifikace stavebníka). V koupelně a na WC budou provedeny keramické obklady do výšky 1800 mm. Výběr obkladů a dlažeb bude proveden na základě specifikace stavebníka při realizaci stavby.

3.3.14. Úprava venkovních povrchů [3]

Na pórobetonový podklad je nanesena vrstva Baumit přednástřík 2 mm. Další vrstva je tvořena strojním nástřikem Baumit jádrová omítka. Po zaschnutí je nanesena Baumit omítková stěrka. Vše se zpevní Baumit sklotextilní síťovinou, která se překryje Baumit univerzálním základem. Konečnou povrchovou úpravu tvoří Baumit Nanopor omítka, která

má zvýšenou odolnost proti znečištění, z jejího povrchu jsou během deště vymývány nečistoty a zároveň si zachovává nízký stupeň difuzního odporu.

V místě soklu bude do výše 350 mm nahrazena omítka Baunit Nanopor mozaikovou omítkou Baunit Moasikputz 019.

Pro povrchové úpravy byl použit tento složitější a finančně nákladnější systém více vrstevové omítky a to z důvodů zabránění vzniku trhlinek, ke kterým často dochází při vysychání nosné konstrukce Ytong.

3.3.15. Truhlářské, zámečnické a ostatní doplňkové výrobky

Okna dřevohliníková ($U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) od firmy Albo s hotovou povrchovou úpravou, jež bude vybrána podle požadavků stavebníka. Garážová vrata od firmy Norditherm typ Stripe sekční ($U= 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$). Interiérové dřevohliníkové dveře, rovněž vyrábí firma Albo ($U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vchodové dveře jsou z lepených dřevěných hranolů od firmy Albo typ DV8 Mins ($U= 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Rozměrová specifikace (viz projektová dokumentace). Povrchová úprava samonosného venkovního schodiště je tvořena žárovým zinkováním. Schodiště je typu Elegant Exterior od Firmy SWN Moravia s.r.o. Na balkonech v 1.NP a střešní atice se nachází hliníkové zábradlí Wido vzor 15 firmy Dovra.

3.3.16. Klempířské výrobky

Jsou provedeny z titanzinku Rhainzink tloušťky 0,7 mm

3.3.17. Výměna vzduchu místnostech

Výměna vzduchu ve většině místností je řešena přirozenou ventilací, tedy okny. Pouze na WC v 1.NP a 2.NP je odvětrání vyřešeno nuceně axiálním ventilátorem. V 1.NP je nasáván vzduch přes venkovní stěnu, kdy potrubí vzduchové ventilace prochází technickou místností

a je uchyceno objímkou a kotveno do stropní konstrukce. Přívod vzduchu je chráněn z venkovní strany větrací mřížkou opatřenou sítí proti hmyzu (Easipipe 100/4904-5-S+SRS4H). V 2.NP je ventilátor napojen na víceúčelovou komínovou šachtu. K odvětrání je použit ventilátor E-style 100 pro. V příloze č. 5 Je proveden výpočet a návrh vhodného ventilátoru a přívodního potrubí. Výpočet je proveden pro méně příznivou místnost v 1.NP. v 2.NP je použit stejný typ ventilátoru. Výpočet proveden dle ČSN 12 7010 [6]

V každé místnosti je navrženo okno s možností mikroventilace. V komoře, skladu, spíži a šatně jsou odstraněny prahy dveří. Dveře do těchto místností jsou v horní části perforovány pro zajištění přirozené cirkulace vzduchu.

3.3.18. Venkovní úpravy

Příjezdová a přístupová komunikace bude zpevněna dlaždicemi Best – Graso. Podél celého objektu je navržen okapový chodník v šíři 500 mm provedení z vibrolisované betonové dlažby v tloušťce 50 mm s vymývaným povrchem ve spádu min 2% od objektu. Upravený terén je od objektu svažován ve spádu min 2% max. 10%. V místech nájezdů do garáže jsou umístěny odvodňovací žlaby Taurus.

4. TECHNICKÁ ZPRÁVA - VYTÁPĚNÍ

4.1. Úvod

Návrh vytápění rodinného domu je řešen s přihlédnutím na ekonomickou návratnost, ekologickou stránku a komfort bydlení. Za primární zdroj tepla byl zvolen plynový kondenzační kotel Geminox THRi 1-10C o jmenovitém výkonu 9,3 kW. Pro splnění požadavku na ekonomickou návratnost a ekologickou povahu zařízení byl zvolen sekundární zdroj tepla solární kolektory od firmy Reflex. Srdcem celé soustavy je bivalentní zásobník Regulus DUOE1000/220 se zásobníkovým ohřevem pitné vody a zásobníkovým ohřevem otopné vody. Kapacita zásobníku je 1000 l. Vnořený zásobník má objem 220 l.

System vytápění je navržen tak, aby se uživatel musel jen výjimečně podílet na přípravě tepla pro objekt.

4.2. Okrajové podmínky a tepelná bilance objektu

Tepelné ztráty budovy byly stanoveny výpočtem podle ČSN 75 0340[8]. Pro daný objekt byly stanoveny okrajové podmínky pro nejnižší teplotu oblasti -15 °C (Ostrava). Objekt je nechráněný, samostatně stojící v krajině s normální intenzitou větru. Teploty v jednotlivých místnostech jsou voleny dle ČSN EN 12 831[5] v souladu s hygienickými předpisy. Všechny konstrukce objektu vyhovují normovému ČSN 73 0540 [11]. Podrobný výpočet tepelných ztrát budovy byl proveden výpočetním softwarem Svoboda Ztráty 2009 (viz. příloha č.2). Součinitelé prostupu tepla svislými konstrukcemi byly spočteny programem Teplo 2008. Součinitelé prostupu tepla stropními konstrukcemi byly spočteny pomocí programu Area 2009. Výpočtem určená celková tepelná ztráta objektu prostupem tepla konstrukcí a větráním činí 9210 kW. Od této hodnoty se dále odvíjí návrh celého systému vytápění.

4.3. Popis otopné soustavy

V objektu je navržena dvoutrubková protiproudá nízkoteplotní otopná soustava s nuceným oběhem otopného média, se spodním napojením radiátorů. Teplotní spád soustavy je přizpůsoben maximálnímu využití solární energie, a proto byl zvolen teplotní spád 55/45. Otopným médiem je voda. V objektu jsou použity deskové radiátory značky Korado Horizontal. V koupelnách jsou umístěny radiátory řady Korlux. Uchytení těles Korado je řešeno pomocí navrtávacích konzol 18/120, počet je dán velikosti tělesa viz.[16]. Otopný systém je vyregulován regulačními ventily a regulačním šroubením značky Herz.

4.3.1. Regulace otopné soustavy

Pro správnou funkci soustavy je zcela zásadní správné tlakové vyvážení celé soustavy. K tomuto účelu bylo použito termoregulačních ventilů a termoregulačního šroubení na patách otopných těles. Pásmo proporcionality jednotlivých armatur jsou nastavena až v době, kdy je soustava propláchnutá, odvzdušněná a byla úspěšně provedena tlaková zkouška. Poté dochází k nastavení vypočtených hodnot na regulačních tělesech podle tabulky (viz příloha 6). Samotná regulace tělesa probíhá tak, že se nejdříve na termoregulačním ventilu HERZ-TS-90 (viz obr.6, příloha 6) nastaví hodnota určena výpočtem. Po té se nastaví hodnota tlakové ztráty regulačního šroubení HERZ-RL-5 (viz. obr.7, příloha 6) umístěného na zpátečce **jedno otočení klíčem = jeden stupeň přednastavení**. Stálá návrhová teplota v jednotlivých místnostech je udržována pomocí termoregulačních hlavice značky Herz Porsche (viz obr. 5).



Obr 5. Termostatická hlavice



Obr 6. Termoregulační ventil



Obr 7. Šroubení radiátoru

Pro regulaci teploty otopné vody je použit směšovací třícestný ventil IVAR. MIX 3 opatřený servopohonem IVAR.PROMIX AVC 05 řízený podle potřeby soustavy regulační jednotkou, která hlídá teplotní spád 55/45. Podle aktuální teploty vnořeného zásobníku TV volí regulační jednotka trasu proudící kapaliny mezi okruhem pro ohřev teplé vody a okruhem pro vytápění. Přepínání okruhů zajišťuje zónový třícestný ventil IVAR.525 se servopohonem IVAR. EMV (viz. obr 8). Na výstupním potrubí TV je umístěn termoregulační ventil IVAR.MT 05 RU (viz. obr10) s konstantně nastavenou výstupní teplotou vody 55°C, jež podle potřeby mixuje výstupní ohřátou vodu se studenou vodou k získání bezpečné teploty.



Obr. 8 Zónový ventil TUV



Obr. 9 Filtr JUDO



Obr. 10 TRV teplé vody

Otopná soustava je osazena dvojcestnými uzavíracími kulovými armaturami typu BRA.B3.622. Na přívodu topné vody plynového kotle je na doporučení výrobce umístěn přepážkový filtr nečistot JUDO JFY-HW(Obr.9). Soustava je osazena expanzními nádobami a pojistnými ventily, jejichž výpočet je proveden v kapitole 3.3.7.

4.3.2. Postup návrhu termoregulačních ventilů a šroubení [36]

- Rozdělíme si soustavu podle změny průtoku na jednotlivé úseky.
- Uurčíme nejméně příznivou větev soustavy.
- Spočítáme tlakové ztráty na neméně příznivé větvi od čerpadla přes radiátor zpět k čerpadlu.
- Na nejméně příznivé těleso umístíme ventil a šroubení s nastavením polohy nejvyššího průtoku.
- Tlakovou ztrátu plně otevřeného ventilu a šroubení přičteme k tlakovým ztrátám kapaliny při průtoku nejméně příznivou větví. Získáme tak tlakovou ztrátu, jež musí být

na všech otopných tělesech stejná tak, aby se otopné médium dostalo rovnoměrně do celé otopné soustavy.

- f) Je důležité rozeznávat pojmy tlaková ztráta potrubí, tlaková ztráta na ventilech, tlak a celková tlaková ztráta.

Tlakovou ztrátou potrubí, je myšlen pokles tlaku, který nastane vlivem proudění kapaliny potrubím.

Dalším pojmem je tlak. V našem případě je tlakem myšlena energie, kterou kapalina získá v oběhovém čerpadle. Ztráta na ventilech je uměle vložena tlaková ztráta o kterou je nutno ponížít tlak kapaliny, aby byla výsledná tlaková ztráta na všech patkách radiátorů stejná. Celkovou tlakovou ztrátu získáme součtem vřazených odporů, ztrátou potrubí, ztrátou na šroubení, ztrátou na ventilu a ztrátou průtokem tělesa. Celková tlaková ztráta musí být na všech ventilech stejná. Stejně tak platí, že celková tlaková ztráta k danému tělesu mínus tlak v ústí čerpadla musí být na všech otopných tělesech rovna nule.

- g) Dalším krokem je výpočet tlakových ztrát jednotlivých úseků tabelární metodou podle tabulek Laboutka [24], nebo na základě vztahů podle skript Žilinské univerzity v Žilně, [36] jež je volně k dispozici na internetu. Na základě znalostí chování mechaniky tekutin [36], jsem vytvořil interaktivní tabulku v excelu, která po zadání základních vstupních údajů vypočte potřebné tlakové ztráty a další výsledky, na jejichž základě z nomogramu výrobce regulačních ventilů a šroubení, navrhne tlakovou ztrátu ventilu. Výpočet pomocí excelu je rychlejší oproti tabelární metodě, ale především odpadá pravděpodobnost vložení chyby přehlédnutím, která je u výpočtu pomocí tabulek častá. Detailní výstup z excelu (viz. příloha 6.). Zkrácený výpis nastavení ventilů (tab.č.2)

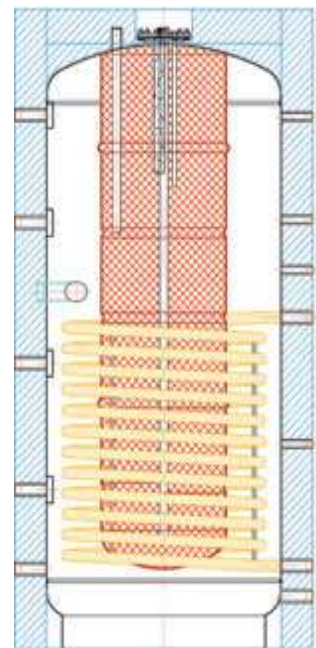
Číslo ventilu	Přednastavení ventilu	Přednastavení šroubení
1	max.	4,80
2	max.	2,50
3	6,00	3,50
4	9,00	6,00
5	9,00	7,80
6	8,00	1,90
7	8,00	1,80
8	5,00	1,50
9	6,00	2,00
10	8,00	4,50
12	max.	5,00
13	3,00	1,80
14	8,00	3,00
15	7,00	3,00
16	5,00	1,10
17	5,00	3,50
18	4,00	1,90

Tab.2 Zkrácený výpis nastavení TRV

4.3.3. Zdroj tepla (srdce otopné soustavy) [28]

Jelikož jsou na vytápění objektu využity dva nezávislé zdroje tepla o odlišném výkonu, byla za srdce celého systému zvolena akumulční nádoba, v níž se energie slunce a energie zemního plynu doplňují. Navržená nádoba Regulus DUOE1000/220 s vnořeným zásobníkem o objemu 220 l pro TV. Celkový objem nádoby se zásobníkem činí 1000 l. Ve spodní části se nachází topný had pro napojení solárních kolektorů. Ohřáté médium ze solárních kolektorů se připojí k hornímu nátrubku topného hada a spodní vývod se připojí na vratné potrubí solárního systému.

Na nejnižší umístěný nátrubek se přišroubuje vypouštěcí ventil. Zásobník je vybaven magnesiovou anodou, kterou je potřeba každých 15 let měnit. Jednou ročně by mělo dojít k vypuštění zásobníku, jeho vyčištění a kontrole magnesiové anody, která chrání zásobník před usazováním vodního kamene a následnému snižování



Obr.11 Akumulační nádoba[28]

výkonu. Přívod SV a vývod TV vnořeného zásobníku se nacházejí v jeho horní části. Zpátečka soustavy je napojena ve spodní části nad nátrubkem vypouštěcího ventilu. Pro vývod ÚT je použit nejvýše umístěný nátrubek.

Umístění zásobníku bude provedeno na určené místo po nainstalování vzduchového potrubí pro odvětrání WC, ke kterému bude po umístění zásobníku ztížený přístup. TI zásobníku je nasazena, až po stabilizaci nádoby na určené místo, protože nesmí dojít k jejímu mechanickému poškození. Při umisťování zásobníku na správné místo, je nutné zachovat na každé straně minimálně 100 mm volného prostoru pro napojení potrubí.

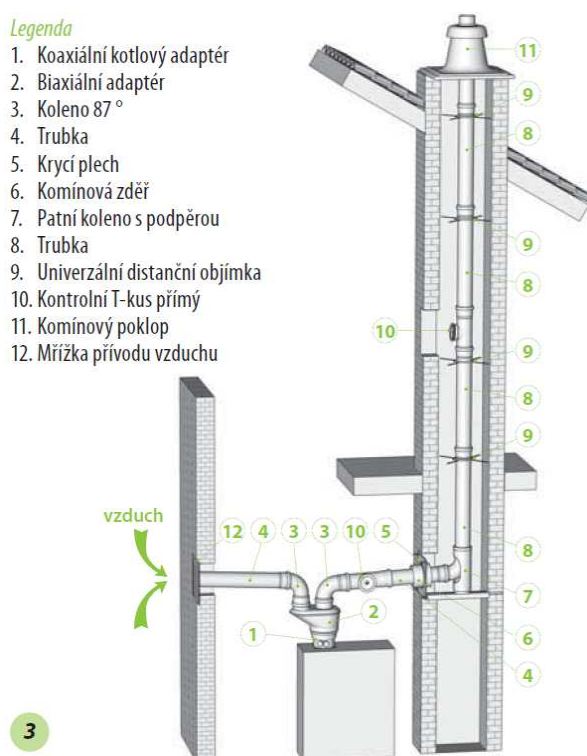
Při uvádění do provozu musí být nejprve napuštěn zásobník TV, až pak se napustí akumulární nádrž. Pokud by byla nejprve napuštěna otopná voda, došlo by k poškození ochranného povrchu zásobníku TV !!! Při práci je potřeba dodržet montážní předpisy firmy Regulus.

4.3.4. Ohřev vody[13]

V soustavě rozlišujeme ohřev TV a ÚT. Princip ohřevu topné vody v soustavě je následující. Topná voda bude ohřívána v akumulární nádobě přes výměník solární energie resp. plynem na teplotu 55°C. Prostupem tepla nádobou vnořeného zásobníku dojde k ohřevu TV ve vnořeném zásobníku. V době nedostatku solární energie, bude ÚT přes přívodní potrubí otopné soustavy dohříváno průtokově kondenzačním plynovým kotlem Geminox THRi 1-10C, jež dohřeje vodu na požadovanou hodnotu.

Legenda

1. Koaxiální kotlový adaptér
2. Biaxiální adaptér
3. Koleny 87°
4. Trubka
5. Krycí plech
6. Kominová zděř
7. Patní koleno s podpěrou
8. Trubka
9. Univerzální distanční objímka
10. Kontrolní T-kus přímý
11. Kominový poklop
12. Mřížka přívodu vzduchu



Obr 12. Ilustrační schéma napojení kotle[13]

Kotel má modulaci výkonu 1,1 -9,5 kW. Je vybaven všemi potřebnými

hydraulickými a regulačními prvky (expanzní nádobou o objemu 8l, oběhovým čerpadlem Grundfos Uper 15-50, pojišťovacím ventilem a potřebnou kabeláží). Posudek a návrh záměny funkčních prvků kotle Geminox za vhodnější příslušenství.(viz. body 3.3.6, 3.3.7)

[13] Odvod spalin je zajištěn napojením na vložku komínového tělesa Schiedel potrubím $\varnothing 80$ mm o délce 1000 mm ve spádu 3° ke zdroji tepla. Spalný vzduch je přiváděn vzduchovým potrubím $\varnothing 80$ mm o délce 2300 mm z venkovního prostoru. Přívodní i spalinové potrubí je napojeno na biaxiální adaptér (označení 2 viz. obr.12) pro oddělený odvod spalin a přívod vzduchu $2 \times DN 80$, jež je spojeno s kotlem pomocí koaxiálního kotlového adaptéru DN 80/125 (označení 1 viz. obr.12). Potrubí pro odvod kondenzátu $\varnothing 20$ doporučuji napojit přes neutralizaci kondenzátu Neutra G25 do kanalizace ve spádu min. 5° . S napojením kotle, komína a přepadového potrubí pojišťovacího ventilu na kanalizaci je potřeba uvažovat již ve výkrese kanalizačního potrubí.

Z důvodů údržby a revize kotle je bezpodmínečně nutné dodržet minimální rozměry volného prostoru v okolí kotle stanovené výrobcem. Hodnoty těchto rozměrů jsou pro prostor nad kotlem min. 600 mm a na každé straně kotle min. 100 mm. Kotel je umístěn ve výšce 1200 mm od podlahy.

Připojení přívodu plynu je řešeno podle montážního listu výrobcem. Před kotlem bude nainstalován uzavírací kohout DN 25. Tlaková ztráta plynovodu nesmí být větší než 0,1 kPa.

4.3.5. Výpočet potřeby teplé vody (TV) [12]

a) Okrajové podmínky výpočtu:

teplota studené vody : 10°C

teplota teplé vody: 55°C

počet osob: 5

způsob přípravy: centrální zásobníkový ohřev bez cirkulace

typ objektu: rodinný dům

postup dle: ČSN 06 03 20

- b)** 5 obyvatel (vybavení: 3x umyvadlo, dřez, sprcha, vana- teoretická potřeba tepla pro 1 osobu a den

$$Q_{2t} = 3,6kWh \text{ (tabulka C.4 normy ČSN 06 0320)}$$

Celková potřeba tepla pro 5 osob:

$$Q_{2t} = 5 \cdot 3,6 = 18kWh$$

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV se předpokládá během dne rovnoměrné a stanoví se podle vztahu (XX), přičemž součinitel poměrné ztráty se uvažuje o hodnotě $z=0,5$;

Tepelná ztráta:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 18,0 \cdot 0,5 = 9,0kWh \quad (6)$$

Teplo dodané ohřivačem během periody:

$$Q_{1p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 18,0 + 9,0 = 27,0kWh \quad (7)$$

- c) Časové rozdělení odběru teplé vody**

Z celkového množství TV se odebere v době:

$$5-17 \text{ hod. } 35\% \Rightarrow Q_{2t} = 0,35 \cdot 18,0 = 6,3kWh$$

$$17-20 \text{ hod. } 50\% \Rightarrow Q_{2t} = 0,5 \cdot 18,0 = 9,0kWh$$

$$\text{To je od počátku ohřevu } 6,3 + 9,0 = 15,3kWh$$

$$20-24 \text{ hod. } 15\% \Rightarrow Q_{2t} = 0,15 \cdot 18,0 = 2,7kWh$$

$$\text{To je od počátku ohřevu } 6,3 + 9,0 + 2,7 = 18,0kWh$$

Tyto hodnoty jsou důležité pro konstrukci křivky dodávky a odběru teplé vody (viz. graf. 1).

- d)** Největší pořadnice mezi křivkami Q_1 a Q_2 : $\Delta Q_{\max} = 10kWh$

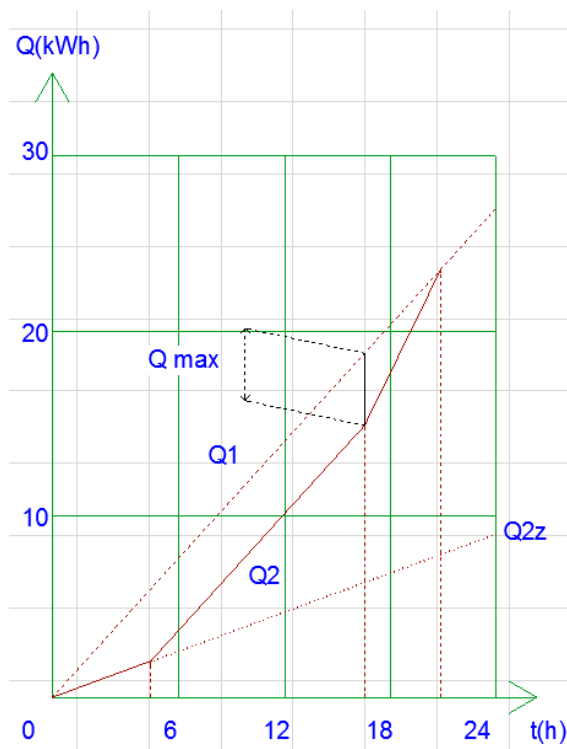
Velikost zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{10}{1,163 \cdot (55 - 10)} \quad (8)$$

$$V_z = 0,191m^3 = 191l$$

e) Jmenovitý tepelný výkon:

$$\Phi_{1n} = \left(\frac{\Delta Q_1}{t} \right)_{\max} = \frac{Q_{1P}}{t_P} = \frac{27,0}{24} = 1,125 \text{ kW} \quad (9)$$



Graf 1. Křivka dodávky a odběru teplé vody

V systému je navržen akumulční zásobník o objemu 220 litrů TV což splňuje potřeby rodinného domu na zásobování teplou vodou.

4.3.6. Energetická bilance potřeby tepla

Viz. příloha č.9 a č.10

4.3.7. Návrh a posouzení hlavního oběhového čerpadla otopné soustavy [22]

Oběhové čerpadlo je součástí dodávaného plynového kotle Geminox THRi 1-10. Před uvedením, do provozu je potřeba nastavit na oběhovém čerpadle rychlostní stupeň číslo 7 pro dopravu teplotně kapaliny do všech částí soustavy (viz. postup výpočtu níže). Na schématu otopné soustavy má značení R1. Čerpadlo rozvádí kapalinu okruhem přes otopná tělesa a zpět do plynového kotle resp. akumulární nádrže.

Požadovaný objemový průtok čerpadla je:

$$Q = 816,6 \text{ [kg/h]} = 0,828 \text{ [m}^3\text{/h]} = 828 \text{ [l/hod]}$$

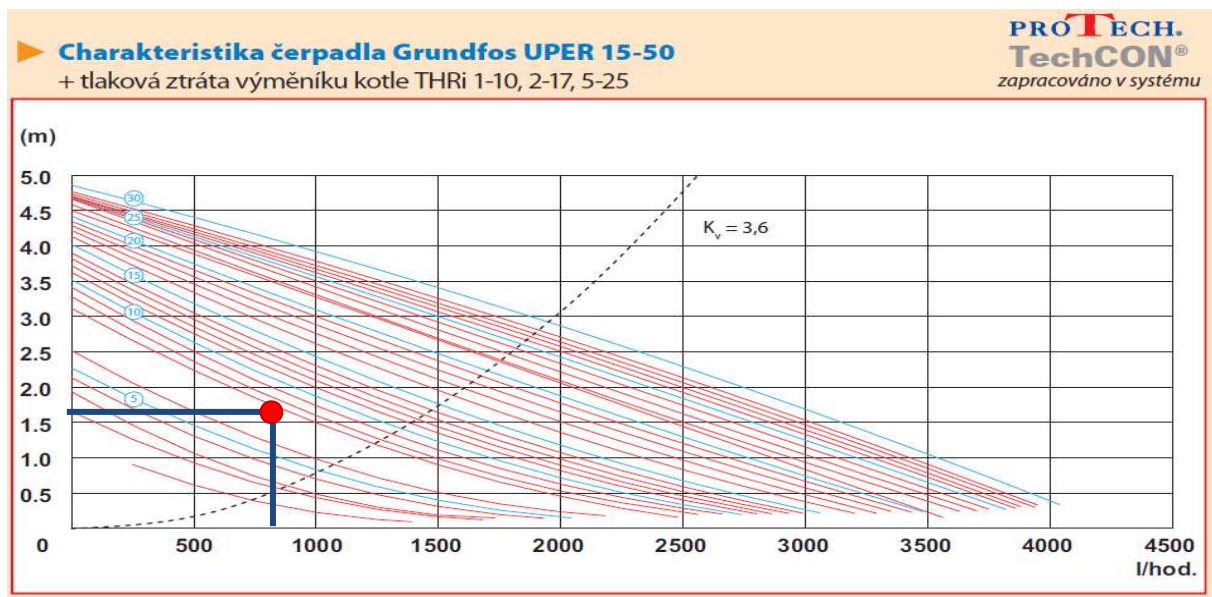
Výtlačná výška se určí z výpočtu tlakových ztrát (TZ)

TZ potrubí + armatury + TRV+ (viz.příloha 7)	$\Delta p_{PT} = 7811 \text{ Pa}$
TZ akumulární nádoby + kotle	$\Delta p_{ak+ko} = 5236 \text{ Pa}$
TZ trojcestnými ventily	$\Delta p_{VEN} = 1100 \text{ Pa}$
TZ filtru JUDO:	$\Delta p_f = 1200 \text{ Pa}$
TZ pro návrh oběžného čerpadla:	$\Sigma \Delta p$

$$\Sigma \Delta p = \Delta p_{PPT} + \Delta p_{Pak+ko} + \Delta p_{VEN} + \Delta p_{VEN} + \Delta p_f = 7811 + 5236 + 1100 + 1200 = 15,35 \text{ KPa}$$

$$15,35 \text{ KPa} = 1,535 \text{ m výtlačné výšky} \quad (9)$$

Návrh oběhové rychlosti čerpadla určený z charakteristické křivky čerpadla:



Graf 2 . Char. křivka oběhového čerpadla

4.3.8. Návrh zabezpečujících zařízení [22]

a) Návrh pojišťovacího ventilu otopného systému

Nejslabším článkem soustavy je akumulární nádoba Regulus, jejíž max. pracovní tlak je 3 bar. Výpočet je proveden podle [7] ČSN 06 0830

Navržený ventil:	Meibes 1/2 “ x 3/4 “
Výkon zdroje	Qp 9,5 kW
Otevírací přetlak pojistného ventilu	Ppo = 250kPa
Zařazení podle skupenství unikajícího média	pára-pára

$$S = \frac{Q_p}{a_w \times K} [mm^2] \quad (10)$$

$$S = \frac{9,5}{0,444 \times 1,12} [mm^2] \quad (11)$$

$$\underline{\underline{S = 19,1 \text{ mm}^2}}$$

Skutečný průřez sedla navrženého ventilu je 113 mm². Navržený ventil bude umístěn do nátrubku akumulární nádoby. Druhým, stejným typem ventilu bude nahrazen stávající ventil kondenzačního kotle Geminox, který má nyní otevírací tlak 30 kPa a z bezpečnostních důvodů dojde k ponížení této hodnoty na vypočtených 25 kPa.

b) Návrh expanzní nádoby (EN) [4]

V otopné soustavě jsou navrženy dvě akumulární nádoby, menší je součástí dodávky plynového kotle a druhá je namontována do nátrubku akumulární nádrže.

ΣV_o ... objem vody v celé otopné soustavě [l]

n... součinitel zvětšení objemu [-] (viz tabulka [16], použita níže)

η ... stupeň využití expanzní nádoby [-]

$p_{h,dov}$... absolutní otevírací tlak pojistného ventilu [kPa]

$p_{h,dov,A}$... otevírací tlak pojistného ventilu [kPa]

$p_{d, A}$... hydrostatický absolutní tlak [kPa]

V_{et} ...objem expanzní nádoby [l]

Výpočet absolutního otevíracího tlaku pojistného ventilu

$$p_{h,dov,A} = p_{h,dov} + p_b \quad (12)$$

$$p_{h,dov,A} = 250 + 100$$

$$p_{h,dov,A} = 350 \text{ Kpa}$$

Posudek menší EN v kotli Geminox

$$\text{hustota vody} \dots \dots \dots \rho = 983,3 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{tíhové zrychlení} \dots \dots \dots g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{výška vodního sloupce na EN} \dots \dots \dots h = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{barometrický tlak} \dots \dots \dots p_b = 100 \text{ kPa}$$

$$\text{max. teplota v soustavě} \dots \dots \dots 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Objem vody v radiátorech (viz.příloha 12)} \dots \dots \dots V_r = 22,57 \text{ l}$$

$$\text{Objem vody v potrubí (viz.příloha 7)} \dots \dots \dots V_p = 32,62 \text{ l}$$

$$\text{Objem vody v kotli} \dots \dots \dots V_k = 2,5 \text{ l}$$

$$\Sigma V_o = V_r + V_p + V_k$$

$$\Sigma V_o = 22,57 + 2,5 + 32,62 = 57,69 \text{ l}$$

$$\eta = \frac{p_{h,dov,A} - p_{d,A}}{p_{h,dov,A}} \quad (13)$$

$$\eta = \frac{350 - 126}{350}$$

$$\eta = 0,64$$

$$p_{d,A} = \rho \times g \times h \times 10^{-3} + p_b$$

$$p_{d,A} = 983,3 \times 10 \times 2,6 \times 10^{-3} + 100$$

$$p_{d,A} = 126 \text{ Kpa}$$

$$V_{et} = 1,3 \times V_o \times n \times \frac{1}{\eta} \quad (14)$$

$$V_{et} = 1,3 \times 57,69 \times 0,01672 \times \frac{1}{0,64}$$

$$\underline{V_{et} = 1,96 \text{ l}}$$

Expanzní nádoba v kotli Geminox má objem **8l**. Vypočtený minimální objem $V_{et} = 1,96 \text{ l}$. S velkou rezervou splňuje požadavky na objem expanzní nádoby v počítané části otopné soustavy.

c) **Výpočet objemu hlavní tlakové expanzní nádoby:**

hustota vody.....	$\rho = 965 \text{ kg/m}^3$
tíhové zrychlení.....	$g = 10 \text{ m/s}^2$
výška vodního sloupce na EN.....	$h = 3,4 \text{ m}$
barometrický tlak.....	$p_b = 100 \text{ kPa}$
max. teplota v soustavě	$90 \text{ }^\circ\text{C}$
Objem vody v radiátorech (viz.příloha 12)	$V_r = 5,6 \text{ l}$
Objem vody v kotli	$V_k = 780 \text{ l}$

$$\Sigma V_o = V_p + V_k \quad (15)$$

$$\underline{\Sigma V_o = 5,6 + 780 = 785,6 \text{ l}}$$

$$p_{d,A} = \rho \times g \times h \times 10^{-3} + p_b \quad (16)$$

$$p_{d,A} = 965 \times 10 \times 3,4 \times 10^{-3} + 100$$

$$\underline{p_{d,A} = 132,81 \text{ kPa}}$$

$$\eta = \frac{p_{h,dov,A} - p_{d,A}}{p_{h,dov,A}} \quad (17)$$

$$\eta = \frac{350 - 132,81}{350}$$

$$\underline{\eta = 0,621}$$

$$V_{et} = 1,3 \times V_o \times n \times \frac{1}{\eta} \quad (18)$$

$$V_{et} = 1,3 \times 785,61 \times 0,03553 \times \frac{1}{0,621}$$

$$\underline{V_{et} = 58,43}$$

Pro minimální bezpečný objem **58,43 l** navrhuji nejbližší vyšší vyráběnou expanzní nádobu Reflex EN R 80/3 s nevyměnitelnou membránou o objemu **80 l**.

$\Delta t = t_{max} - 10$ [K]	20	30	40	45	50	55	60	65	70
n [-]	0,00401	0,00749	0,01169	0,01413	0,01672	0,01949	0,02243	0,02551	0,02863
$\Delta t = t_{max} - 10$ [K]	75	80	85	90	95	100	105	110	115
n [-]	0,03198	0,03553	0,03916	0,04313	0,04704	0,05112	0,05529	0,05991	0,06435

Tab.3 Určení n , (zdroj [4])

4.3.9. Návrh tepelné izolace potrubí. [27]

Součinitel prostupu tepla válcovou stěnou

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad (18)$$

Kde:

λ_t -součinitel tepelné vodivosti trubky - měď 372 W/m.K

d -průměr trubky [mm]

s_t - tloušťka trubky [mm]

U_0 - součinitel prostupu tepla válcovou stěnou [W/m².K]

λ_{iz} -součinitel tepelné vodivosti izolace - Paroc = 0,036 W/m.K

D – celkový průměr zateplení potrubí = $d + 2 \times$ tloušťka izolace [mm]

α_e - součinitel přestupu tepla mezi povrchem potrubí a okolním vzduchem, pro zjednodušení se používá hodnoty 10 W/m².K

V souladu s vyhláškou č. 193/2007 je možné návrh tepelné izolace potrubí zjednodušit a to v závislosti na součiniteli tepelné prostupnosti materiálu a DN potrubí následujícím způsobem. [33]

Pro:

$U_0 = 0,15 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]} \Rightarrow \text{DN } 10 - \text{DN } 15$

$U_0 = 0,18 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]} = \text{DN } 20 - \text{DN } 32$

Výpočet izolace pro trubky 28x1,5

Návrh tloušťky izolace 40 mm

$$U_0 = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 372} \cdot \ln \frac{0,028}{0,028 - 2 \cdot 0,0015} + \frac{1}{2 \cdot 0,036} \cdot \ln \frac{0,135}{0,028} + \frac{1}{10 \cdot 0,135}} = 0,18 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$U_0 = 0,15 \leq 0,18 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \Rightarrow$ Vyhovuje požadavkům vyhlášky č.193/2007

Izolace ostatních DN potrubí, byly navrženy stejným postupem (tab.4.).

Průměr potrubí [mm]	Tloušťka izolace [mm]
28 x 1,5	40
22 x 1,0	30
22 x 1,0	30
18 x 1,0	30
15 x 1,0	30

Tab.4 Návrh tloušťky izolace potrubí

4.4. Návrh solárního systému

4.4.1. Úvod

Ekonomický a správně fungující solární systém lze nejlépe navrhnout pomocí specializovaného výpočetního software. Software nám ulehčí především výpočet energetické bilance budovy a následný návrh vhodného typu solárních kolektorů, které jsou schopny optimálně pokrýt potřeby řešeného objektu. Správný návrh solárních panelů vypočtený pomocí vztahů uvedených např. v [19], by mohl svým rozsahem naplnit samostatnou bakalářskou práci, jež by se zabývala pouze touto problematikou. Proto jsem pro návrh otopné soustavy, využívající sluneční energii vybral v praxi běžně užívaný výpočetní software Solar 2.1 od firmy Reflex.

Solární systém je navržen pro ohřev TV, přitápění a dohřev vody v bazénu. Protože jsem kladl větší prioritu na přitápění je použito 6 kolektorů kladených pod úhlem 60° na šikmou střechu objektu, jež byla pro tento účel navržena.

4.4.2. Výběr nevhodnějšího solárního kolektoru

Volba správného typu solárního kolektoru jde ruku v ruce s výsledkem energetické bilance budovy. Při výběru vhodného typu je potřeba zohlednit pokrytí energetických potřeb budovy takovým způsobem, aby v létě nedocházelo k přílišné nadprodukci energie zachycené kolektory a zároveň v zimě byl energetický zisk rozumně velký. Při výběru solárního kolektoru je možné si vybírat ze dvou základních typů kolektorů (trubicový a plochý). Hitem poslední doby jsou vakuové trubicové solární systémy. Pro aplikace v našich klimatických podmínkách jsou však v převážné většině případů vhodnější kolektory ploché. Proto pro řešený objekt byly vybrány ploché kolektory RSK II od firmy Reglex.

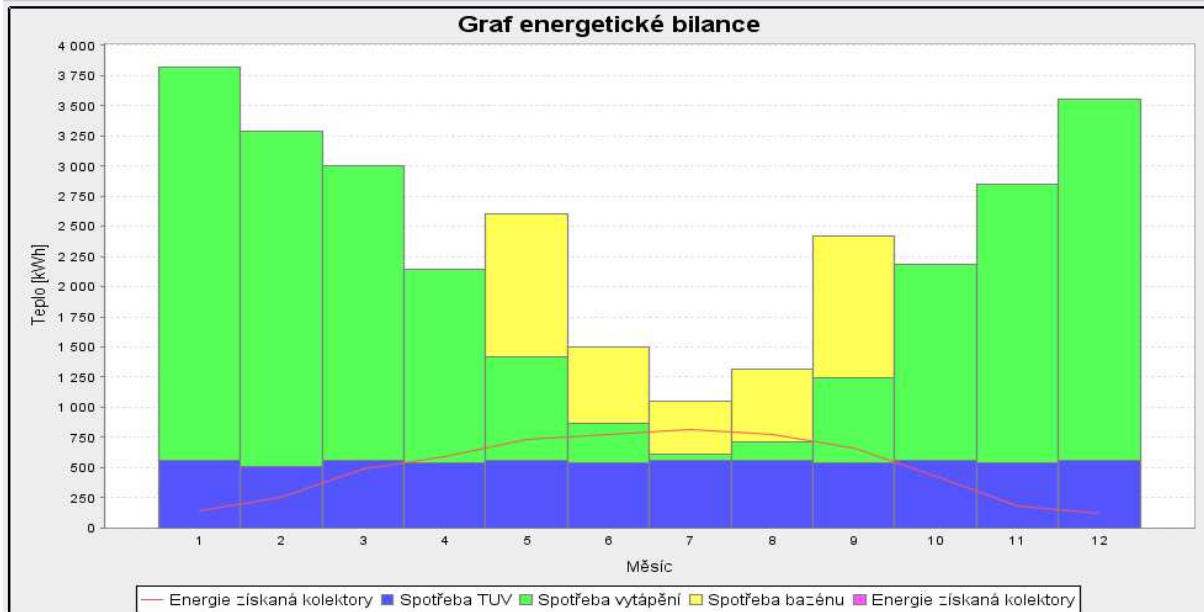
4.4.3. Bilancování solární soustavy

Obecným doporučením pro výběr ekonomického solárního systému je schopnost pokrýt potřebu energie na ohřev teplé vody z 50-60 %. A zároveň pokrytí potřebu energie pro

Bakalářská práce

kombinaci ohřevu teplé vody a ohřevu topné vody z 20-30%. Navržený systém ušetří na ohřevu TV 74,9% energie. Na ohřevu topné vody 4,2% a kombinací pak 20,1 %. Při bilancování je upřednostněn ohřev teplé vody, poté dotápění a přebytky tepla jsou zužitkovány k ohřevu bazénu.

Celková spotřeba energie	107,0 GJ/rok	29 728 kWh/rok
Energie získaná kolektory	21,5 GJ/rok	5 976 kWh/rok
Energetická úspora - TUV	74,9 %	4 921 kWh/rok
Energetická úspora - Přítápění	4,2 %	800 kWh/rok
Energetická úspora - Bazén	6,3 %	255 kWh/rok
Celková energetická úspora	20,1 %	5 976 kWh/rok



Graf.3 Gravické vyjádření energetické bilance budovy

Měsíc	Spotřeba celkem	Zisk kolektorů	Solární pokrytí	Spotřeba pro TUV	Zisk pro TUV	Zisk pro TUV	Spotř. pro vytápění	Zisk pro vytápění	Zisk pro vytápění	Spotř. pro bazén	Zisk pro bazén	Zisk pro bazén
	kWh	kWh	%	kWh	kWh	%	kWh	kWh	%	kWh	kWh	%
Leden	3 823	141	3,7	558	141	25,3	3 265	0	0,0	0	0	0,0
Únor	3 291	252	7,7	504	252	50,1	2 787	0	0,0	0	0	0,0
Březen	3 002	493	16,4	558	493	88,3	2 444	0	0,0	0	0	0,0
Duben	2 144	588	27,4	540	540	100,0	1 604	48	3,0	0	0	0,0
Květen	2 600	738	28,4	558	558	100,0	859	180	21,0	1 182	0	0,0
Červen	1 503	775	51,5	540	540	100,0	325	235	72,3	639	0	0,0
Červenec	1 047	811	77,4	558	558	100,0	57	57	100,0	431	195	45,3
Srpen	1 313	770	58,7	558	558	100,0	153	153	100,0	602	59	9,9
Září	2 420	667	27,6	540	540	100,0	706	127	18,0	1 173	0	0,0
Říjen	2 181	431	19,8	558	431	77,3	1 623	0	0,0	0	0	0,0
Listopad	2 850	186	6,5	540	186	34,4	2 310	0	0,0	0	0	0,0
Prosinec	3 555	124	3,5	558	124	22,3	2 997	0	0,0	0	0	0,0
CELKEM	29 728	5 976	20,1	6 570	4 921	74,9	19 130	800	4,2	4 028	255	6,3

Tab. 4 Číselné vyjádření energetické bilance solárního systému

4.4.4. Základní regulační funkce a zapojení:

V rodinném domě je solární soustava řešena komplexně a navzájem se doplňuje tak, aby co nejefektivněji využila energii Slunce. Primární kolektorový okruh je zapojen do dvou solárních výměníků tepla (bazén a akumulární nádrž) a je řízen podle střídavé priority. V praxi to znamená, že regulátor solárního systému porovnává teploty v akumulární nádrži, v solárním kolektoru, bazénu a na zpátečce. V případě, že energie solárního kolektoru není dostatečná k ohřevu nádrže, ale je vyšší než teplota bazénu, sepne oběhové čerpadlo sekundárního okruhu a dojde k ohřevu bazénové vody. Bazénový výměník je rovněž dohříván v případě nabití akumulární nádrže na teplotu 80°C, jedná se tedy o ochranu před přehřátím nádrže. Tímto je zároveň vyřešen problém se stagnační teplotou kolektorů a systém je využíván na 100% svých možností. Teplotní rozdíl, při němž dojde k sepnutí oběhového čerpadla mezi jedním z výměníků a kolektorem je 8 K.

Teplá voda se ohřívá ve vnořeném zásobníku. Ohřev otopné vody je řešen jednak jako předeřev zpátečky a jednak jako plnohodnotný zdroj tepla pro otopnou soustavu (v době dostatečného slunečního svitu). Jestliže je v zásobníku nedostatečná teplota, zpátečka otopné soustavy je zónovým ventilem přeměrována přímo do plynového kotle, kde se dohřívá na požadovanou teplotu pro vytápění. V případě, že je v zásobníku teplota vyšší než 55°C dochází k odstavení plynového kotle a regulátorem je řízen směšovací ventil pro dosažení požadované teploty.

4.4.5. Prvky solární soustavy [23]

- solární stanice FV 70 Tacosol ER 4.0 pro průtok 1,5-6 l/min, 270.1006.000
- oběhové čerpadlo Grunfos UPC 25-40
- uzavírací ventil
- regulační ventil
- termostatický ventil
- dva kontaktní teploměry
- pojistný ventil (otvírací tlak 6 barů)
- manometr (rozsah indikace 0 - 10 barů)

- proplachovací ventil
- plnicí ventil
- zpětná klapka
- vypouštěcí kulový kohout
- omezovač průtoku
- kontrolní ventil (Setter Inline Un)
- upevňovací materiál pro montáž na stěnu
- dvoudílná tepelná izolace EPP
- solární kolektory
- zásobník tepla
- teplonosná kapalina
- potrubí, tepelná izolace potrubí
- výměník tepla
- zpětná klapka
- odvzdušňovací ventil
- Solární regulátor DeltaSol® BS plus 4x pt 1000.

4.4.6. Návrh a dimenzování prvků soustavy:

V systému jsou navržena 3 oběhová čerpadla. Čerpadlo R1 je mokroběžné oběhové čerpadlo UPER 15-50, je součástí plynového kotle Geminox a rozvádí vodu o teplotě nižší než 100 °C, jeho návrh je proveden v kapitole (3.3.6).

Čerpadla R2, R3 zabezpečují průtok média solárního systému pracujícího při teplotě nad 100 °C. Jejich úkolem je rozvádět otopné médium mezi kolektory a výměníkem

4.4.7. Návrh oběhových čerpadel solárního systému[23]

Podle doporučení výrobce solárních kolektorů Reflex RSK II 25 byla navržena průtoková rychlost $25\text{l/hod}\cdot\text{m}^2$

Navržené čerpadlo:	Grundfos UPC 25-40
Navržená průtoková rychlost	25 l/hod \cdot m ²
Účinná plocha zasklení kolektorů:	11,04 m ²

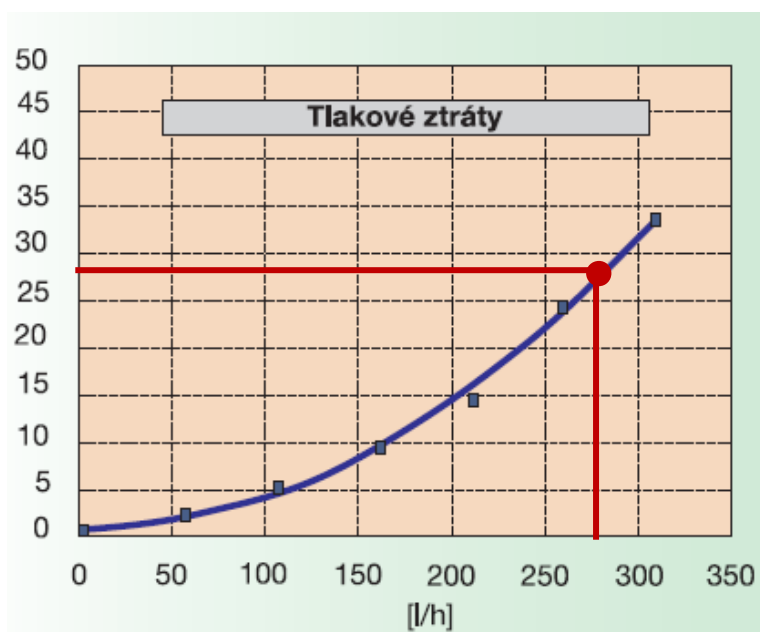
Nastavení čerpadla podle jeho charakteristické křivky:

Požadovaný objemový průtok čerpadlem je

$$Q = 25 \times 11,04 = 276 \text{ [l/h]} = 0,276 \text{ Q[m}^3\text{/h]}$$

Tlakové ztráty soustavy:

- a) Tlakovou ztrátu kolektoru o požadovaném průtoku určíme z grafu (GRAF.4),
 $\Delta p_p = 28 \text{ mbar} = 2800 \text{ [Pa]}$
 $\Sigma \Delta p_p = 28 \times 6 = 16800 \text{ [Pa]}$



Graf.4 Tlaková ztráta průtokem přes absorbér kolektoru [26]

b) Tlakové ztráty měděným potrubím 22x1 o délce 25 m.

Výpočet tlakových ztrát a návrh světlosti potrubí se provádí stejným postupem jako u běžných soustav pro vytápění, metodou ekonomických rychlostí proudění. U solární soustavy počítáme s kapalinou propylenglykol ($\rho=1032[\text{kg}/\text{m}^3]$, $\nu=4,08\text{e-}6[\text{m}^2/\text{s}]$).

Výpočet tlakové ztráty potrubí byl proveden pomocí online kalkulátoru [20]. Tlakové ztráty potrubí **$\Delta p_{ZT}=4615,7 \text{ Pa}$** .

c) Tlakové ztráty armaturami

TZ topným hadem z technického listu zásobníku

$$\Delta p_N=813\text{Pa}$$

TZ vřazenými odpory byly spočteny

$$\Delta p_\xi =151,9 \text{ Pa}$$

TZ solární stanicí

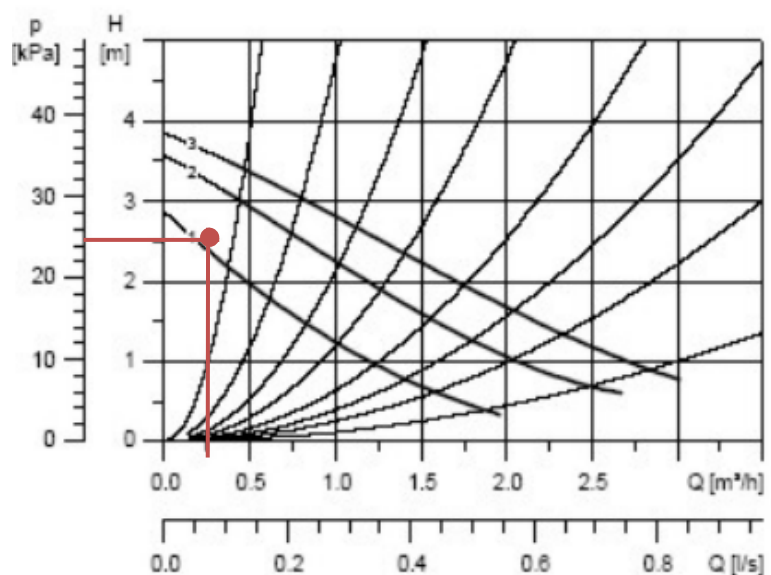
$$\Delta p_S =3740 \text{ Pa}$$

d) Tlakové ztráty pro návrh čerpadla:

$$\Sigma\Delta p= \Delta p_N + \Delta p_\xi + \Delta p_{ZT} + \Delta p_P + \Delta p_S = 3740+151,9+813+4615+16800= \mathbf{26,119 \text{ KPa}}$$

Navržené oběhové čerpadlo **R2** Grunfos UPC 25-40, pro okruh mezi solárními kolektory a akumulační nádobou vyhovuje vypočteným tlakovým ztrátám soustavy pro otáčkový stupeň I.

Tlakové ztráty pro okruh mezi solárními kolektory a výměníkem bazénové vody jsou téměř totožné, proto i pro tento okruh je rovněž použito oběhové čerpadlo Grunfos UPC6. 25-40. Na schématu otopné soustavy pod označením **R3**. Postup výpočtu viz postup pro čerpadlo **R2**.



Graf.5 Charakteristická křivka čerpadla [14]

4.4.8. Návrh výměníku určeného pro ohřev vody v bazénu

Programem Solar 2.1 byl navržen výměník Maxitherm 55. Jedná se o nerezový trubkový výměník. Solární látka proudí v trubkách, bazénová voda v plášti. Malá tlaková ztráta umožňuje přímé napojení na okruh filtrace bazénu.

4.4.9. Návrh tloušťky tepelné izolace rozvodů solární soustavy

„Tloušťka izolace je navržena podle Evropské normy pro průmyslově vyráběné solární soustavy, která doporučuje navrhnout tloušťku izolace 20 mm pro potrubí do vnějšího průměru 22 mm. Přičemž tepelná vodivost materiálu izolace je uvažována $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m.K)}$.“
[23]

Na potrubí solárního systému je uvnitř budovy použita tepelná izolace Ursa RS1/ALU 22/20 $\lambda=0,04 \text{ W/(m.K)}$.

Na venkovní části potrubí solárního systému je navržena tepelná izolace Aeoroflex KKS 22/19, $\lambda=0,04 \text{ W/(m.K)}$

Navržené izolace mají $\lambda=0,04 \text{ W/(m.K)}$, tedy splňují požadavky Evropské normy pro průmyslově vyráběné solární systémy

4.4.10. Návrh zabezpečujících zařízení

Návrh expanzní nádoby

V zásadě se návrh expanzní nádoby pro solární systém neliší od výpočtu pro běžné vytápění (viz.bod 3.3.7. b). Při výpočtu je potřeba uvažovat s maximální teplotou soustavy, která se rovná stagnační teplotě kolektoru, což je v našem případě 200 °C a obvykle s odlišnou hustotou média. Při výběru expanzní nádoby musíme vybírat typy určené pro solární systémy, obvykle mají bílou barvu a membránu odolnou proti chemickému působení Glykolu.

Po dosazení do vztahu (viz.bod 3.3.7. b). Získáme minimální objem expanzní nádoby 31,5l.

Pro vypočtený minimální objem 31,5l navrhuji expanzní nádobu typu **Reflex S 33/10** o objemu **33l**. Expanzní nádoba je určena pro solární systémy s teplotnosnou kapalinou na bázi glykolu. Dovolný přetlak 10 barů.



Obr.13 Solární expanzní nádoba

Návrh pojistného ventilu solární soustavy [23]

Nejslabším článkem soustavy je otopný had akumulční nádoby Regulus, jehož maximální pracovní tlak je 10 bar. Výpočet je proveden podle ČSN 06 0830 [7].

Při umístování pojistných ventilů je důležité zachovat co nejmenší vzdálenost od zdroje tepla. Podle zmiňované normy [15], může být tato vzdálenost nejvýše 20-ti násobek průměru potrubí. V případě solárních kolektorů však nastává problém, kdy tato vzdálenost obvykle odpovídá prostorám, které nejsou běžně přístupné, nebo se nachází ve venkovním prostoru. I přes doporučení normy, volím umístění v technické místnosti, čímž porušuji doporučení normy, ale umožňuji pravidelnou kontrolu ventilu uživatelem.

Navržený ventil:	Meibes 1/2 “ x 3/4 “
Výkon zdroje	$Q_p = 7,5 \text{ kW}$
Otevírací přetlak pojistného ventilu	$P_{po} = 550 \text{ kPa}$

$$S = \frac{Q_p}{a_w \times K} [mm^2] \quad (19)$$

$$S = \frac{7,5}{0,444 \times 1,97} [mm^2] \quad (20)$$

$$\underline{\underline{S = 9 \text{ mm}^2}}$$

Navržený ventil Meibes 1/2 " x 3/4 " má skutečný průřez sedla $113 \text{ mm}^2 > 9 \text{ mm}^2 \Rightarrow$ Vyhoví požadavkům ČSN 06 0830 [7].

4.4.11. Teplonosné médium

Solární energie je přenášena mezi solárními kolektory, výměníkem směsí vody a propylenglykolu. V poměru 60:40 (60 dílů vody a 40 dílů propylenglykolu). Výsledná směs je nezamrzá do teploty -24 stupňů. Kolektory se musí provozovat s nemrznoucí kapalinou i při venkovních teplotách nad bodem mrazu.

Jelikož je teplonosným médiem propylenglykol, je potřeba závity armatur utěsnit technickým konopím, nikoliv teflonovými pásky či pastami, které začnou působením vysokých teplot a agresivního propylenglykolu obvykle do dvou let prosakovat.

4.4.12. Montáž kolektorů

Solární kolektory jsou přichyceny ke střešní konstrukci pomocí hliníkových profilů, jež jsou kotveny tvarovanými háky ke krokvim střechy. Po montáži jsou háky překryty střešními taškami.

Konstrukce kolektorů bude překrývat stávající střešní krytinu. Prostupy pro potrubí solárního vytápění jsou protaženy odvětrávacími taškami umístěnými v horní a dolní části soustavy kolektorů v místě napojení přívodního potrubí a zpátečky. Teplotní čidlo se povede mezi tepelnou izolací a měděným potrubím. Při montáži je třeba dodržovat výrobcem kolektorů předepsané postupy [26]

4.4.13. Požadavky na montáž a ostatní profese

Rozvody topné vody je nutno provádět dle ČSN 60 03 10 [9]. Rozvody TV pak dle ČSN 73 66 60 [11]. O postupu montáže bude veden stavební deník. Horizontální potrubí je

vedeno v podlaze a je nutno provádět před pokládkou roznášecí vrstvy podlahy. Pro vertikální rozvody potrubí je nutno navrtat prostupy ve stropní konstrukci a to v místech mimo nosné prvky konstrukce. Plynový kotel vyžaduje připojení 230 V, 16 A jištění. V místě plynového kotle je potřeba myslet na nutnost připravit kanalizační vpust, do níž bude sveden odvod kondenzátu a přepad pojišťovacího ventilu. Větrání kotleny bude pro zimní i letní období shodné a bude zajištěno vyklápěcím světlíkem v prostoru venkovních dveří.

4.4.14. Topné a tlakové zkoušky [26]

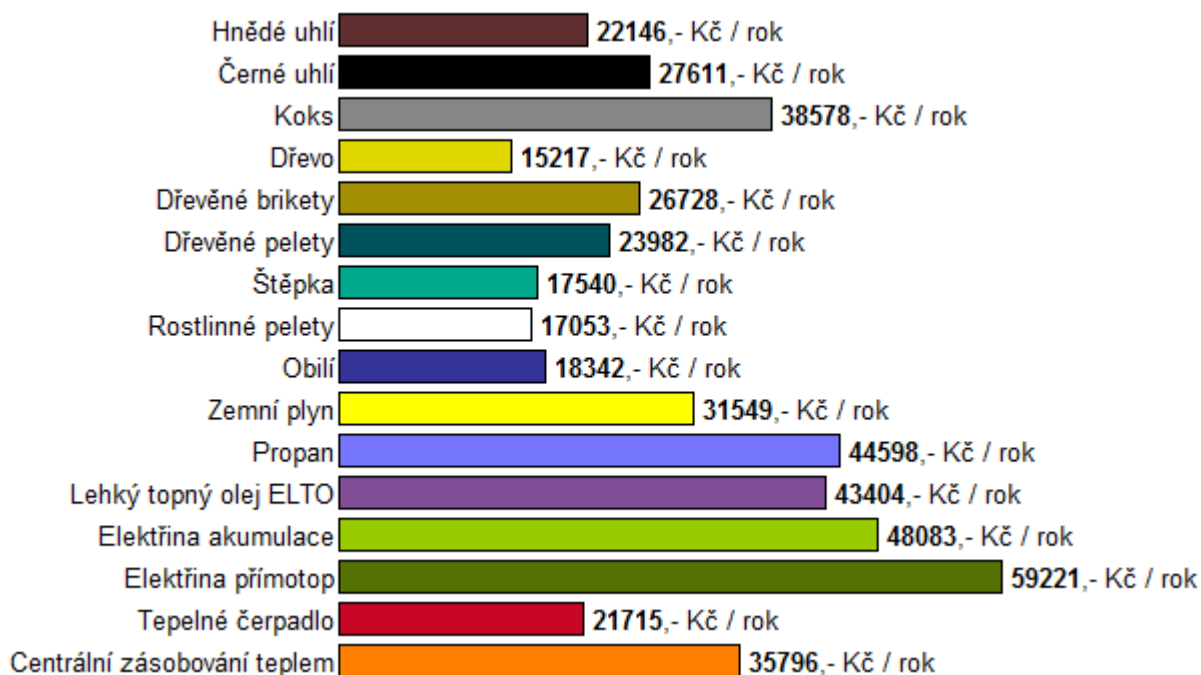
Před vyzkoušením a uvedením do provozu musí být každé zařízení propláchnuto. Propláchnutí se provádí při demontovaných škrťacích clonkách, vodoměrech, měřicích spotřebovaného tepla a dalších zařízení, u kterých by shromážděné nečistoty mohly vést k jejich poškození. Propláchnutí se provádí při 24hodinovém provozu oběhových čerpadel. Na všech k tomu určených místech (vypouštění, filtry, odkalovací nádoby apod.) je nutno pravidelně odkalovat až do úplně čistého stavu. Vyčistění a propláchnutí soustavy je součástí montáže a o jeho provedení má být proveden zápis. Po skončení montáže celého systému bude provedena zkouška těsnosti a otopná zkouška.

Zkoušky těsnosti se provádějí před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací. Soustava se naplní vodou, řádně se odvzdušní a celé zařízení (všechny spoje, otopná tělesa, armatury atd.) se prohlédne, přičemž se nesmějí projevat viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti anebo neprojeví-li se znatelný pokles hladiny v expanzní nádobě.

Topná zkouška se provede vytápěním objektu po dobu nejméně 24 hod. Smí se provádět i mimo topnou sezónu. Zkouška se pokládá za úspěšnou, pokud se rovnoměrně prohřívají všechna tělesa. Na závěr se vyhotoví protokol o tlakových a otopných zkouškách.

5. Závěr

Závěrem chci říci, že pokud vlastníte nemovitost a nemáte na střeše nebo fasádě aspoň jeden kolektor pro ohřev teplé vody, tak se dopouštíte chyby, která vás každým umytím rukou či napuštěním vany připraví v konečném důsledku o nezanedbatelnou finanční částku. Pro názornost uvádím příklad finanční úspory na řešeném rodinném domě provedenou pomocí kalkulátoru online kalkulátoru [31]. Vypočtená částka je orientační a v reálu může být vyšší, protože spotřeba množství teplé vody se odvíjí pouze od hospodárnosti obyvatel domu.



Graf 6. Porovnání nákladů na ohřev ÚT a TV

Z výpočtu porovnání nákladů můžeme vyčíst, že na vytápění a přípravu TV po dobu jednoho roku plynovým kondenzačním kotlem budeme potřebovat částku **31 549 Kč**.

Ale protože, jsme chytří a využíváme slunečních kolektorů, které nám bez uvažování ohřevu bazénové vody pokryjí 22,3 % nákladů na ohřev ÚT a TV tak částku 31 549 Kč ponížíme o **7 035 Kč**. A konečné náklady na jeden rok vytápění a ohřev teplé vody činí **24 514 Kč**.

V příloze č.13 najdeme cenovou nabídku navrženého solárního systému. Naklady po odečtení příslušenství pro ohřev bazénové vody činí 128 410 Kč. Z fondu Zelená úsporám získáme fixní dotaci ve výši 80 000 Kč. Po odečtení se dostáváme na investici 48 410 Kč. Která se nám za 6 let vrátí. Předpokládaná životnost soustavy je cca 30 let. Z toho vyplývá, že za 30 let bez uvažování růstu ceny energií ušetříme v našem případě částku **168 840 Kč**.

Zda je výsledná ušetřená částka zanedbatelná či nikoli, můžeme polemizovat. Doufám však, že uvedený příklad návrhu vytápění za pomoci sluneční energie vás bude motivovat k tomu, abyste ji jednou začali aktivně využívat u vás doma.

Na úplný závěr bych chtěl poděkovat panu Ing. Miloslavu Mužíkovi z firmy MMM SOLAR, za předmětné a plnohodnotné konzultace návrhu solárního systému.

6. SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ

- [1] ALVITRA, *Rhepanol: Hydroizolace* [online]. Dostupné z: <<http://www.fdt.cz/pdf/rhepanol-hg-technicky-list.pdf>>
- [2] BAUMIT: *Baumacol Protect* [online]. Dostupné z: <<http://www.baumit.com/cz/main4/sub2/19991/>>
- [3] BAUMIT: *Doporučené skladby omítek*, [online]. Dostupné z: <<http://www.baumit.com/cz/main4/sub2/18295/>>
- [4] BAŠTA: *Návrh expanzní nádoby*, [online]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?i=1156&t=2#tabn>>
- [5] ČSN EN 12831: 2005. *Tepelné soustavy v budovách*. STÚ-E, a.s. Praha.
- [6] ČSN 12 7010:1988, *Vzduchotechnická zařízení. Navrhování větracích a klimatizačních zařízení. Všeobecná ustanovení*.
- [7] ČSN 06 0830:2006. *Zabezpečovací zařízení*. STÚ-E, a.s. Praha.
- [8] ČSN 73 4301:2004. *Obytné budovy* STÚ-E, a.s. Praha.
- [9] ČSN 06 03 10: 2006. *Zkoušky zařízení*. STÚ-E, a.s. Praha.
- [10] Cetris: *Podlahy Cetris* [online]. Dostupné z: <<http://www.cetris.cz/index.php?pid=240&lang=cz>>
- [11] ČSN 73 05 40: 2006. *Tepelná ochrana budov pro obytné dřevostavby a návrhová doporučení*, Ing. Jiří Šála, CSc.
- [12] ČSN 060320: 1998. *Systémy dodávky vody v budovách*
- [13] GEMINOX: *Kondenzační kotel*: [online]. Dostupné z: <http://www.geminox.cz/?download=_/download/thri-instalace-2009.pdf>
- [14] GRUNDFOS: *Oběhové čerpadla*: [online]. Dostupné z: <<http://www.grundfos.cz/>>
- [15] HERZ: *Produkty* [online]. Dostupné z: <<http://www.herz.cz/>>
- [16] KORADO: *Výrobky* [online]. Dostupné z: <<http://www.korado.cz/>>
- [17] KARS: *Návrh ventilátoru WC* : [online]. Dostupné z: <<http://www.kars-brno.cz/pomucka-pro-vyber-ventilatoru.html>>
- [18] ICOPAL: *Alu vilaltherm: Parozábrana*. [online]. Dostupné z: <http://www.icopal.cz/systemy/system-ico/kat_listy/Alu_Villatherm.pdf>
- [19] JUTAFOL: *Parotěsná zábrana*, [online]. Dostupné z: <http://e-shop.juta.cz/katalog/psf/2010_kl_jtf-n_cz.pdf>
- [20] JUTAFOL: *Pojistná hydroizolace*, [online]. Dostupné z: <http://e-shop.juta.cz/katalog/psf/2010_kl_jtf-d_cz.pdf>

- [21]KRPA:*Bitagit* [online].Dostupné z:<http://www.krpa.cz/downloaddehtochema/tl/technicky_list_Bitagit_40_mineral.pdf>
- [22] LABOUTKA, Karel: *Výpočtové tabulky pro vytápění, vztahy a pomůcky*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2001. ISBN 80-02-01466-9.
- [23] MATUŠKA, Tomáš: 2009. *Solární tepelné soustavy, Sešit projektanta – pracovní podklady*
- [24]OPTIGREEN:*skladba zelené střechy* [online].Dostupné z <<http://www.optigreen.cz/SystemSolutions/Garden-Roof-S2.html>>
- [25]ROCWOOLL:Detaily skladeb[online].Dostupné z: <<http://pruvodce.rockwool.cz/nastoje-a-dokumenty/cad-detaily.aspx>>
- [26]REFLEX:*Solární kolektory* [online].Dostupné z:<http://www.reflexcz.cz/?download=_/products4b1/navod_montaz_rsk_281007_cz.pdf>
- [27] REINBERK, Zdeněk: *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=44&h=38&obor=6>>
- [28]REGULUS:*Akumulační nádoba* [online]. Dostupné z:<<http://www.regulus.cz/pdf/Akumulacni%20nadrze%20DUO-E%20-%20A4%20-%20CZ.pdf>>
- [29]SCHODIŠTĚ:*Postup výpočtu schodišťových stupňů* [online]. Dostupné z:<<http://fast10.vsb.cz/cmiej/ps2esf/>>
- [30]SCHIEDEL:*Komínové těleso* [online].Dostupné z:<<http://www.schiedel.cz/kominy-produkty/kominy-pro-novou-vystavbu/schiedel-absolut/>>
- [31] TZB-info: *Porovnání nákladů na vytápění* [online]. Dostupné z: <http://www.tzbinfo.cz/t.py?t=16&i=269&energie_gj=107>
- [33] VYHLÁŠKA č 193/2007 Sb: *kerou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a ...*
- [34]VELUTHERM:*Skupenská přeměna* [online]. Dostupné z:< <http://www.velutherm.cz/>>
- [35]YTONG:Pracovní postupy [online].Dostupné z:<<http://www.xella.cz/downloads/czk/product/pracovni-postupy-www-09.pdf>>
- [36] ŽILÍNSKÁ UNIVERZITA V ŽILINĚ:*Mechanika tekutin* [online].Dostupné z:<http://fstroj.uniza.sk/web/ket/subory/pre%20studentov/mt/Mechanika_tekutin-cast_9.pdf>