

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra technologií a měření

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Využití solární energie pro vytápění budov

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav VÁVROVSKÝ**
Osobní číslo: **E10B0132P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Využití solární energie pro vytápění budov**
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Uveďte obecné principy získávání energie ze slunečního záření
2. Proveďte průzkum trhu ohledně zařízení na vytápění budov pomocí solárního záření
3. Pro vzorový objekt navrhnete vhodné zařízení pro využití solárního záření pro přitápění a pro ohřev TUV
4. Zvolený návrh zhodnotte z hlediska energetického i ekonomického

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na možnosti vytápění objektu pomocí sluneční energie. Studie se zabývá i průzkumem trhu v oblasti zařízení na přitápění pomocí solárního zařízení. Ve vzorovém objektu je navrženo solární zařízení na přitápění a ohřev TUV. Zároveň práce hodnotí vybrané druhy solárních zařízení z ekonomického a energetického hlediska.

Klíčová slova

Solární kolektor, solární energie, ohřev vody, vytápění, průzkum trhu

Abstract

This bachelor thesis is focused on the possibility of using the solar energy for building heating. It also deals with market research aimed at the equipment field usable for heating by solar power. Solar powered system for heating and water warming has been designed as a model object. My thesis also evaluates the selected types of solar installations from economical and energetic point of view.

Key words

Solar collector, solar energy, water warming, heating, market research

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....
Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Viktoru Majerovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

| | |
|---|-----------|
| KEY WORDS | 4 |
| OBSAH | 7 |
| SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK | 8 |
| ÚVOD | 9 |
| 1. ZÁKLADNÍ PRINCIPY ZÍSKÁVÁNÍ ENERGIE ZE SLUNCE | 10 |
| 1.1 ZÁKLADNÍ FUNKCE A PRINCIP SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ | 10 |
| 1.2 SLOŽENÍ SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ | 11 |
| 1.3 ZÁKLADNÍ FUNKCE FOTOVOLTAIKY | 12 |
| 1.4 PRINCIP FOTOVOLTAIKY | 12 |
| 1.5 MOŽNOSTI PASIVNÍHO VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE..... | 13 |
| 1.6 ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ PASIVNÍCH SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ | 14 |
| 2 PRŮZKUM TRHU | 15 |
| 2.1 KAPALINOVÉ SLUNEČNÍ KOLEKTORY | 16 |
| 2.2 TEPLOVZDUŠNÉ SOLÁRNÍ KOLEKTORY | 22 |
| 2.3 FOTOVOLTAICKÉ SOLÁRNÍ SYSTÉMY | 23 |
| 3 NÁVRH ZAŘÍZENÍ | 24 |
| 3.1 MÍSTNÍ PODMÍNKY | 24 |
| 3.2 VÝPOČET TEPelnÝCH ZTRÁT BUDOVY | 25 |
| 3.3 NÁVRH SOLÁRNÍHO SYSTÉMU | 25 |
| 3.4 PROVOZ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU | 27 |
| 4 HODNOCENÍ PROJEKTU | 29 |
| 4.1 TEMPEROVÁNÍ | 30 |
| ZÁVĚR | 32 |
| SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ | 33 |

Seznam symbolů a zkratk

| | |
|-----------|-----------------------|
| TUV | Teplá užitková voda |
| UV..... | Ultrafialové záření |
| DPH | Daň z přidané hodnoty |

Úvod

V úvodu práce se zaměříme na možnosti získávání energie ze slunce, jaké jsou jejich výhody a využití v praxi. Dále se provedeme průzkum trhu v oblasti zařízení na vytápění pomocí solárního záření. Pro daný objekt navrhne solární zařízení na vytápění a ohřev TUV. Budeme hodnotit vybrané druhy solárních zařízení z ekonomického a energetického hlediska pro daný vzorový objekt.

1. Základní principy získávání energie ze slunce

Sluneční energie (sluneční záření, solární radiace) představuje v různé formě drtivou většinu energie, která se na Zemi nachází a využívá. Vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, je tento zdroj energie označován jako obnovitelný.[3]

Ze Slunce na Zemi dopadá na plochu kolmou k paprskům energie 1367W/m^2 , jejíž část se ztratí při průchodu atmosférou. Dle odhadů se uvažuje, že na 1m^2 dopadá za rok sluneční záření v průměru 1100kWh . [2]

Solární systémy obecně slouží k zachycení a využití energie dopadající na povrch Země ze Slunce. Množství této dopadající energie je obrovské, problémem zůstává její efektivní zachycení a využití. Jako sluneční (popř. solární, termické) kolektory se označují takové systémy, které zachycují a přeměňují sluneční záření na tepelnou energii (z anglického collect = sbírat, zachycovat). Oproti tomu solární fotovoltaické články přeměňují sluneční záření na elektřinu. O slunečních kolektorech i člancích lze mluvit jako o aktivních solárních systémech. U pasivních systémů slouží sám dům jako jakýsi kolektor. To se používá hlavně pro podporu vytápění v tzv. pasivních domech.[6]

1.1 Základní funkce a princip solárních systémů

Možnosti použití solárních soustav sahají od jednoduchého ohřevu vody v bazénech, ohřevu užitkové vody v letním a přechodném období (předehřívání v zimě) přes podporu vytápění, výroba procesního tepla pro průmyslové využití, solární sušení (potravin, sena), chlazení, vaření, destilace (odsolování mořské vody) apod. Tato práce se zabývá návrhem aktivního solárního kolektoru pro vytápění určeného objektu. Pokud je počítáno s téměř neomezenými financemi, šla by samozřejmě navrhnout soustava daleko lepší. Přebytek energie v létě by se využil jako zdroj pro solární sorpční klimatizaci a došlo by k obrácení celého procesu, to znamená, že budova by byla v létě chlazená. To by bohužel velmi zvýšilo náklady na realizaci do pro nás nedostupných částek.[6]

1.2 Složení solárních systémů

Solární zařízení pro ohřev se skládá z několika hlavních dílů – slunečního kolektoru (kolektorového pole), kolektorového okruhu pro přenos tepla se všemi potřebnými bezpečnostními a regulačními prvky a tepelného zásobníku.

Kolektor přeměňuje sluneční záření na teplo a převádí ho do teplonosného média, pomocí kterého je dále transportováno k místu spotřeby. Existuje mnoho způsobů a konstrukcí, při návrhu záleží vždy na konkrétním objektu a našich požadavcích.[1]

Vedle co největší účinnosti je kladen zvláštní důraz na životnost, tzn. že použité materiály musí být odolné vůči všem povětrnostním vlivům a UV záření. Kolektor musí být vždy umístěn tak, aby přijímal co nejvíce záření (tedy pokud možno orientován na jih), ale musí také respektovat podmínky stavby, bezpečnost a mít odpovídající estetický výraz. Tepelný zásobník má za úkol vyrovnávat přirozené kolísání dodávek sluneční energie, použitelné jsou různé konstrukce, náplně atd.[2]

Solární okruh slouží k přenosu tepla z kolektoru do zásobníku přečerpáváním teplonosného média, kterým je většinou voda (popř. nemrznoucí směs, vzduch). K tomuto okruhu náleží potrubí, ventily, čerpadla, pojistná zařízení, řídicí jednotky, tepelný výměník atd. Princip solární soustavy je poměrně jednoduchý. Pro maximální využití nerovnoměrné dodávky sluneční energie a bezproblémový provoz je potřeba tuto soustavu důkladně sledit a optimalizovat jednotlivé komponenty.[2]

1.3 Základní funkce fotovoltaiky

Fotovoltaika je v současné době velmi atraktivním tématem. Tuto atraktivitu vytváří fakt, že získávání elektrické energie ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí jedním z nejčistších a nejšetrnějších způsobů její výroby. Velmi lákavá se donedávna také zdála výkupní cena, garantovaná 20 let a také osvobození od daně v roce uvedení do provozu a následujících pěti let.[2]

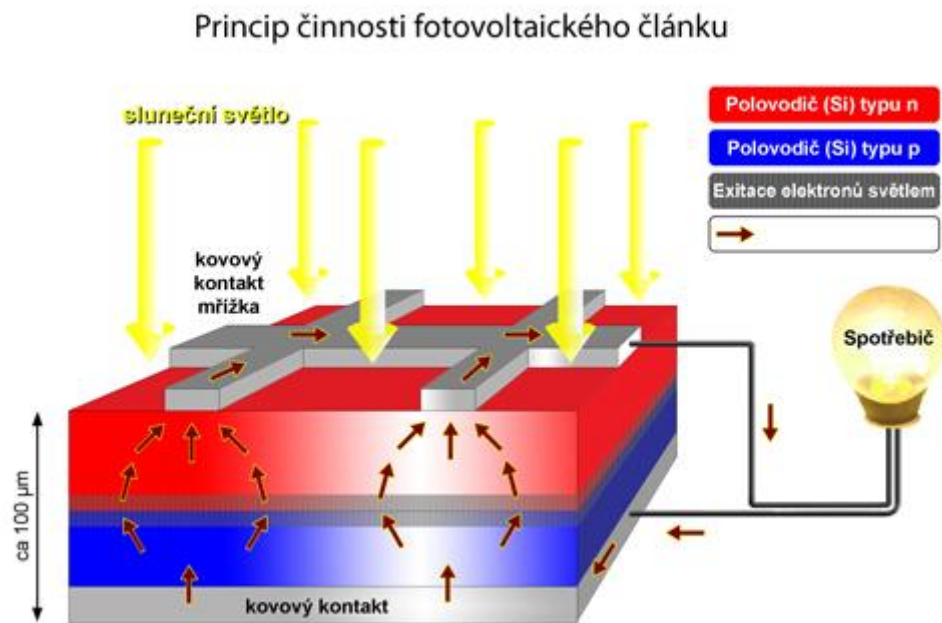
Výkon fotovoltaických elektráren velmi kolísá, protože je závislý na intenzitě záření, které souvisí s ročním obdobím, oblačností i nadmořskou výškou a samozřejmě s denní dobou. V případě použití těchto elektráren k výrobě elektrické energie vlastně nelze nikdy úplně přesně určit, kolik energie elektrárna vyrobí zítra, pozítří, za týden atd. K dispozici jsou pouze přibližné výpočty, které se mohou lišit. Proto každý tento zdroj je potřeba zálohovat, aby byla zajištěna trvalá a stabilní dodávka elektrické energie. Budoucnost fotovoltaických systémů by měla najít své uplatnění zejména na objektech a to na fasádách budov nebo na střeších, kde by tvořily hlavní (při nízké intenzitě záření pomocný) zdroj elektrické energie pro daný objekt. Přebytek energie by se mohl dodávat do sítě a výhodou by bylo také rozšíření o tzv. ostrovní systém s možností akumulace, kdy by objekt mohl dosáhnout úplné nezávislosti na dodávce elektrické energie.[4]

1.4 Princip fotovoltaiky

Fotovoltaický solární článek je v podstatě polovodičová dioda. Základ tvoří tenká křemíková destička s vodivostí typu P. Na ní se při výrobě vytvoří tenká vrstva polovodiče typu N. Obě vrstvy jsou odděleny tzv. P-N přechodem. P-N přechod je vrstva, ve které existuje elektrické pole velké intenzity, které uvádí do pohybu volné nosiče náboje vznikající absorpcí světla.

Po ozáření se ve fotovoltaickém článku generují elektricky nabitě částice pár: elektron–díra. Ve vrstvě typu N dochází k přebytku záporných elektronů a naopak ve vrstvě typu P je jich nedostatek. Tento nedostatek se projevuje jako kladné „díry“. P-N vrstva brání volnému přechodu mezi místy, kde je jejich nadbytek do místa jejich nedostatku. Volné elektrony pak

mohou snadno přecházet z vrstvy P do vrstvy N, zatímco v opačném směru nikoliv. Nahromaděním volných elektronů vznikne mezi oběma vrstvami elektrické napětí, které činí u monokrystalických článků přibližně 0,7V.[4]



Obrázek 1 Princip činnosti fotovoltaického článku[4]

Vzhledem k tomu, že napětí vyrobené jedním solárním článkem nízké, spojujeme a uspořádáváme tyto články do tzv. fotovoltaických panelů.[4]

1.5 Možnosti pasivního využití solární energie

Každá budova využívá tepelnou energii ze svého okolí svojí urbanistickou, architektonickou a stavebně konstrukční koncepcí. Účinnost využití slunečního záření je při odlišných budovách rozdílný. Budovy, jenž se v co největší míře snaží využívat sluneční energii pomocí čistě stavebních prostředků, se nazývají pasivní heliotechnické budovy. Pasivním solárním systémem lze nazvat celou budovu nebo pouze některé z jejích částí. Transport energie se děje jenom přirozenou cestou bez pomoci technických zařízení. Energetická efektivnost pasivních solárních prvků budov je založena na selektivní propustnosti tepelného záření transparentními materiály, dále rozdílné pohltivosti

krátkovlnného záření a na omezení emisivity dlouhovlnného záření stavebními povrchy i na akumulaci tepla.[1]

1.6 Zásady navrhování pasivních solárních systémů

Na severní nebo návětrnou stranu neumísťujeme okna, případně pouze malá. Zato se snažíme využít tepelných zisků z jižního průčelí budovy, proto na tato průčelí situujeme okna, příp. jiné prvky pasivních solárních systémů. Dodržujeme zásady tepelného zónování v půdorysu a vytváříme akumulární jádra budov. Využíváme vhodné stínění listnatými stromy a bráníme přehřívání interiéru v letním období.[5]

2 Průzkum trhu

Průzkum trhu dává obraz trhu, jaké druhy nových produktů a služeb mohou přinést profit. Pro produkty a služby, které jsou již k dispozici, průzkum trhu může říci společnostem, co od nich jejich zákazníci potřebují a očekávají. Pokládáním specifických otázek v průzkumu se malé firmy mohou dozvědět, jaká je potřeba změny vzhledu výrobku nebo rozšíření nabídky o další služby.[11]

Druhy průzkumů trhu

Primární průzkum: Cílem primárního průzkumu je shromáždit data získaná ze současných prodejů a efektivnosti současných praktik. Primární průzkum poskytuje informace o konkurenci a jejím vývoji. Zaměřuje se na skupiny potencionálních zákazníků nebo klientu a jejich okamžitou odpověď.

Tento způsob zahrnuje:

- rozhovory (telefonní i osobní)
- průzkumy (online)
- dotazníky

Sekundární průzkum: Cílem sekundárního průzkumu je analyzovat data, která již byla zveřejněna. Ze sekundárních dat je možné identifikovat konkurenty, vytvořit kritéria a stanovit cílové segmenty. Tyto segmenty jsou lidé, kteří patří do cílené skupiny, lidé kteří žijí určitý životní styl, vykazují určité vzorce chování nebo spadají do předem stanovené věkové skupiny.[11]

Zařízení na vytápění

V České republice solární vytápění je možné realizovat pomocí tří různých technologií, rozdělených podle principu přeměny sluneční energie na teplo a způsobu jeho distribuce:

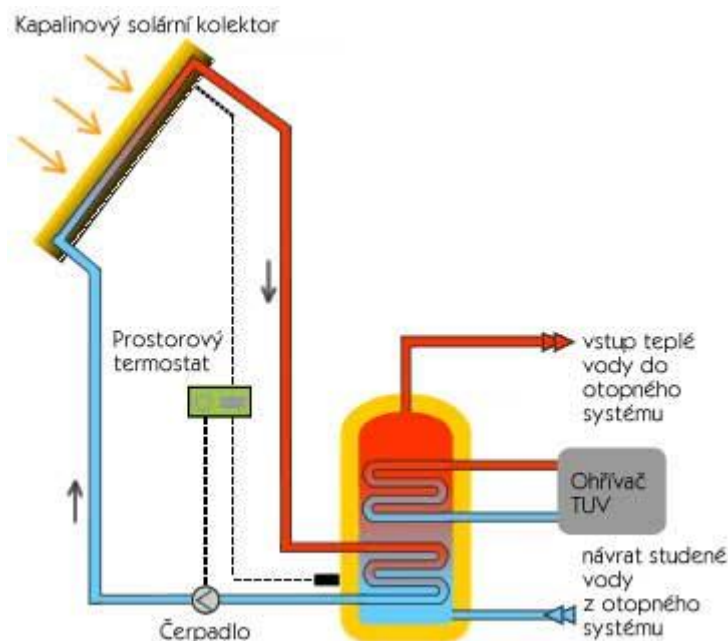
- Solární vytápění kapalinové jsou kapalinové sluneční kolektory k ohřevu vody používané na vytápění či jako teplá užitková voda.
- Solární vytápění teplovzdušné jsou teplovzdušné sluneční kolektory k ohřevu vzduchu, který je pak rozváděn po objektu.
- Solární vytápění fotovoltaické se používá na přeměnu sluneční energie na elektrickou, která je pak přeměněna na teplo.[12]

2.1 Kapalinové sluneční kolektory

Kapalinové solární kolektory jsou nejvyužívanějším topidlem vytápění a ohřev TUV pomocí solárních panelů. Voda je velice dobrým teplotním médiem a objem teplé vody v otopném systému plní funkci akumulátoru tepla.

Kapalinové solární vytápění má výhodu přímého přestupu tepla ze slunečního záření do teplotního média a zároveň pracuje s velkou účinností. Ve spojení s akumulací nádrží a sekundárním topným systémem je možné dosáhnout dobré výkonnostní křivky po většinu času (den i rok).[12]

Základem kapalinového topného systému jsou kapalinové solární kolektory. Tato plochá zařízení mají průsvitné nebo průhledné sklo, pod kterým je plochá komora nebo systém trubek s kapalinou. V těch dochází k ohřevu nejčastěji vody nebo nemrznoucí kapaliny, která předává teplo dál do topného systému. Dle plochy kolektorů, konstrukce zařízení, rychlosti průtoku a intenzity slunečního svitu, jeden průtok solárním kolektorem ohřeje vodu o 5°C - 80°C .[12]



Obrázek 2 Princip solárního kapalinového kolektoru[12]

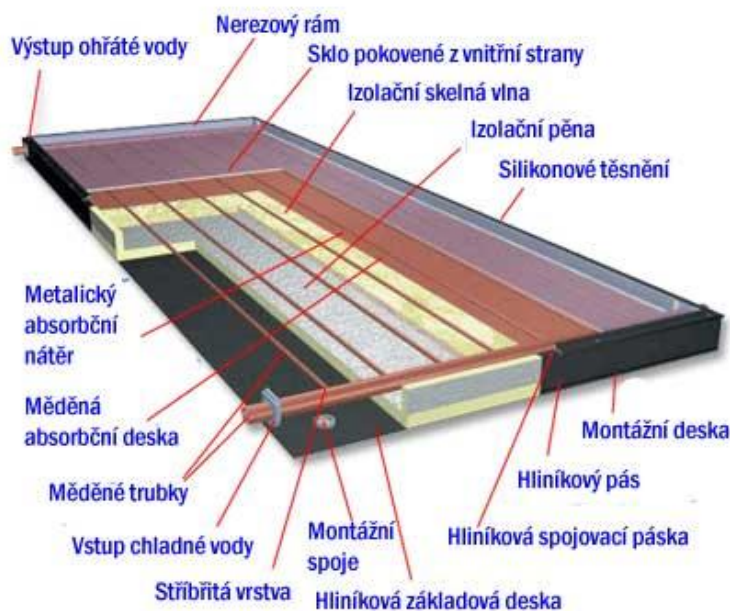
Dle potřeby a konstrukce je možné vyřešit nedostatečný ohřev vody několikanásobným průtokem slunečním kolektorem, kdy dochází k postupnému ohřívání vody. Slabý sluneční svit se dá vyřešit spojováním kolektorů do baterií sériově nebo paralelně. Výkyvy intenzity jsou většinou řešeny akumulací nádrží, kterou je nutno správně dimenzovat.[12]

Ohřátá voda je čerpána čerpadlem nebo vlastní tíhou do teplovodního topného systému či do zásobníku teplé užitkové vody. Do solárních panelů se vrací studená voda, která předala teplo v tepelném výměníku nebo přímo v topném systému.[12]

Ploché deskové solární systémy

Plochý deskový solární kolektor je nejjednodušším druhem slunečního kolektoru. Má vytvořenou skleněnou nebo plastovou průhlednou desku a spodní desku s matným nátěrem, který funguje jako absorber slunečního záření. Mezi těmito deskami je systém trubek s kapalinou nebo přímo teplotonosná kapalina.[12]

Schéma plochého deskového solárního kolektoru



Obrázek 3 Princip solárního deskového kolektoru[12]

Jejich hlavní výhodou bývá nízká pořizovací cena a vysoká účinnost v letních měsících. Naopak v zimních měsících nebo chladných dnech mají tyto kolektory velmi malou účinnost

a prakticky nepřispívají do topného systému. Nedokážou totiž přeměnit difuzní záření na teplo. Další nevýhodou jsou vysoké teploty v letních měsících, které, pokud se neodebírání teplá voda v dostatečném množství, mohou způsobovat poškození skla a tím i celého kolektoru. Tyto kolektory se doporučují například pro vytápění bazénů či pro objekty s pouze letním provozem.[12]

Český trh nabízí širokou škálu plochých deskových solárních kolektorů. Jejich cena se pohybuje okolo 4 000 - 5 000 Kč za 1 m². Celková cena soustavy závisí na celkové ploše kolektorů a velikosti zásobníku vody. Účinnost se pohybuje v rozmezí 60 až 70%. Energetický zisk lze očekávat kolem 500 kWh/m² za rok.

Ploché deskové vakuové solární systémy

Tyto kolektory mají podobnou konstrukci jako jednoduché deskové kolektory. Změna nastává ve vakuovém dvojskle, které dovoluje slunečním paprskům vstup k vyhřívání kapaliny, ale zabraňuje úniku tepla z ní. Vakuum je velkým tepelným izolantem a snižuje tak tepelné ztráty.[12]

Výhody těchto kolektorů jsou především v dobré účinnosti během zimních měsíců. Díky provedení absorpční plochy dokážou přijímat i difuzní záření (když je slunce stíněno mraky). Při kvalitní výrobě bývá zaručena i dlouhá životnost kolektoru, která je až dvojnásobná oproti nevakuum solárním panelům. Jako největší nevýhoda plochých deskových vakuových systémů bývá vyšší cena oproti kolektorům s jednoduchým sklem. Je nutné odebírat v letních měsících přebytečnou teplou vodu, aby se nepřehřála a nepoškodila panely. Velký objem prostoru mezi skly obtížně dlouhodobě udržuje vakuum po celé ploše kolektoru a může docházet ke vzniku tepelných mostů snižujících účinnost kolektoru.[13]

Schéma deskového vakuového solárního kolektoru



Obrázek 4 Princip solárního vakuového deskového kolektoru[12]

Český trh nabízí širokou škálu plochých deskových vakuových kolektorů. Jejich cena bývá v rozmezí 4 000 - 8 000 Kč za 1 m² a cena celých soustav těchto panelů na ohřev TUV a vytápění se pohybuje mezi 40 000 - 70 000 Kč. Investice celé sestavy je ovlivněna dalšími faktory: velikost zásobníku teplé vody, řídicí jednotka, čerpadlo atd. Většina firem nabízí dodávku s instalací a uvedením do provozu. Z této ceny budeme moci díky programu Nová zelená úsporám, který poběží v letech 2013 – 2020 dostat podporu od státu ve výši 25% - 50% dle snížení nákladů na vytápění. Energetický zisk lze očekávat kolem 650 kWh/m² za rok.[12][14]

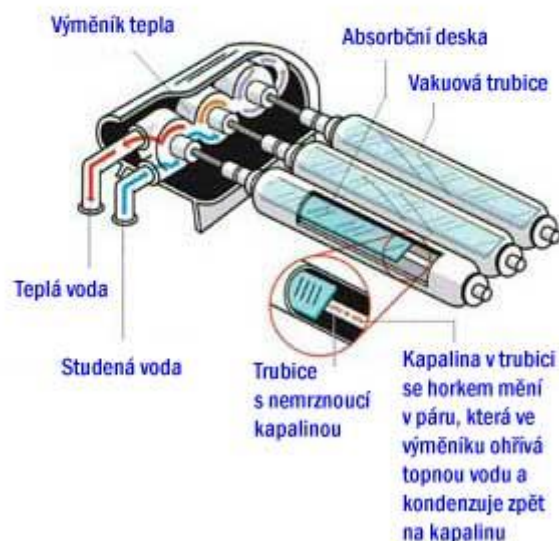
Trubicová vakuové solární kolektory heat-pipe

Trubicová vakuové solární kolektory tvoří soustava dvoustěnných trubic protékaných nemrznoucí kapalinou, která slouží jako médium k ohřevu. Tato kapalina se vlivem tepla přijatého ze slunečního záření mění na páru. Pára se v kondenzátoru ochladí, zkapalní a ztéká zpět do vakuové trubice, připravená k dalšímu ohřevu. Vakuum mezi trubicemi zabraňuje tepelným ztrátám.[12]

Hlavní výhodou bývá vysoká účinnost bez ohledu na roční období a denní dobu. Díky teplotnosnému mediu (nemrznoucí kapalině) odpadají problémy se zamrznáním kolektorů. Dalším kladem je samovolné odstavení z provozu při přehřátí teplotnosného média díky vnitřní hydraulice. Při poškození kolektoru nedochází k úniku otopného média ani k porušení těsnosti topného systému. Při opravách stačí tedy vyměnit pouze trubici a kolektor může pracovat dál. Nevýhodami jsou nižší účinnost oproti deskovým v letních slunných dnech, větší cena a nutnost občasných kontrol kvůli stárnutí kolektorů. Pro naši zeměpisnou šířku jsou tyto panely nejučinnějším typem solárních kolektorů pro celoroční vytápění a ohřev TUV.[12]

Tyto kolektory se prodávají v různých počtech trubec, nejčastěji po 18 – 30 ks a to v cenové relaci 10 500 – 20 000 Kč za sadu bez zásobníku na vodu. Sady i se zásobníkem začínají na 35 000 Kč až do 90 000 Kč podle velikosti a množství příslušenství.

Schéma trubcového solárního kolektoru heat-pipe



Obrázek 5 Princip solárního vakuového trubcového kolektoru heat-pipe[12]

Trubicové vakuové solární kolektory U-pipe

Tento kolektor je velmi podobný kolektoru heat-pipe. K rozdílu dochází v řešení přenosu tepla mezi primární nemrznoucí kapalinou ve vakuové trubici a potrubím topné vody. Díky tomu tento kolektor nemá takové problémy se stárnutím a není tak náchylný na výrobní nedostatky.

Jako hlavní výhody těchto kolektorů se uvádí nejvyrovnanější výkonová charakteristika během dne i roku, navíc díky jinému řešení tepelných rozvodů není tak náchylný na stárnutí. Podobně jakou u heat-pipe kolektoru chybí propojení primárního okruhu nemrznoucí kapaliny s topným systémem a proto při poškození nedochází k porušení těsnosti teplovodního okruhu. U těchto kolektorů je obzvláště nutná dobrá dimenzace výkonu topného systému. Při malém odběru může dojít ke zplynování primární tekutiny a tím přerušení přenosu tepla. Další nevýhodou bývá křehkost trubic.[12]

Podobně jako kolektory heat-pipe se tyto kolektory prodávají po sadách a to v přibližně stejných cenových relacích.



Obrázek 6 Porovnání výkonů vakuových a klasických solárních kolektorů v závislosti na roční době[15]

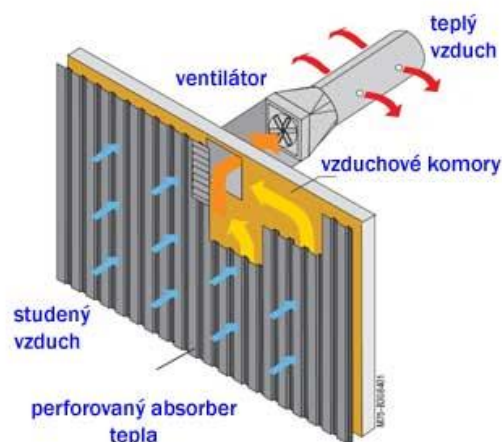
2.2 Teplovzdušné solární kolektory

Teplovzdušné kolektory jsou solární zařízení sloužící k přitápění, temperování objektů, odvlhčování a okysličování vzduchu uvnitř budovy. Dají se používat nezávisle v kombinaci s jinými systémy vytápění. Jedná se o solární zařízení, které přímo ohřívá vzduch uvnitř kolektoru. Při zahřátí nad určitou teplotu (nejčastěji 30°C) se automaticky zapne ventilátor nasávající venkovní vzduch a vhánějící do místnosti vzduch teplý. Pro pohon ventilátoru je v kolektoru většinou fotovoltaický článek, ale některé typy se dají zapojit i do sítě.[17]

Oproti kapalinovým solárním kolektorům mají řadu výhod. Díky tomu, že neobsahují žádnou kapalinu, u nich nehrozí poškození mrazem nebo zamrznutí. Také jsou konstrukčně jednodušší, neboť u nich není třeba taková těsnost a odolnost. Proto bývá jejich výroba mnohem levnější a efektivnější. Kapalinové kolektory předčí také v životnosti a spolehlivosti. Další výhodou je pasivní chlazení v letních dnech, kdy ventilátor běží nepřetržitě a funguje jako klimatizace.[16]

Vytápění pomocí teplovzdušných solárních systémů využívá několika desítek konstrukcí a zapojení. Jedná se o kombinace solárních zařízení s různými druhy rozvodů a dalšími technologiemi na vytápění.[16]

Solární teplovzdušný kolektor s ventilátorem



Obrázek 7 Solární teplovzdušný kolektor s ventilátorem[16]

Tento typ topení bývá používán v severských zemích hlavně pro temperování chat. Teplovzdušnými rozvody se teplo dostává do objektu a díky fotovoltaickému zdroji nemusí být připojen na rozvod elektrické energie. Podle velikosti kolektorů a velikosti objektu jsou teplovzdušné kolektory schopny udržet teplotu až na 16°C. Udávaný výkon výrobcem je 600 až 900W a to při ceně 15 000 až 22 000 Kč.[18]

2.3 Fotovoltaické solární systémy

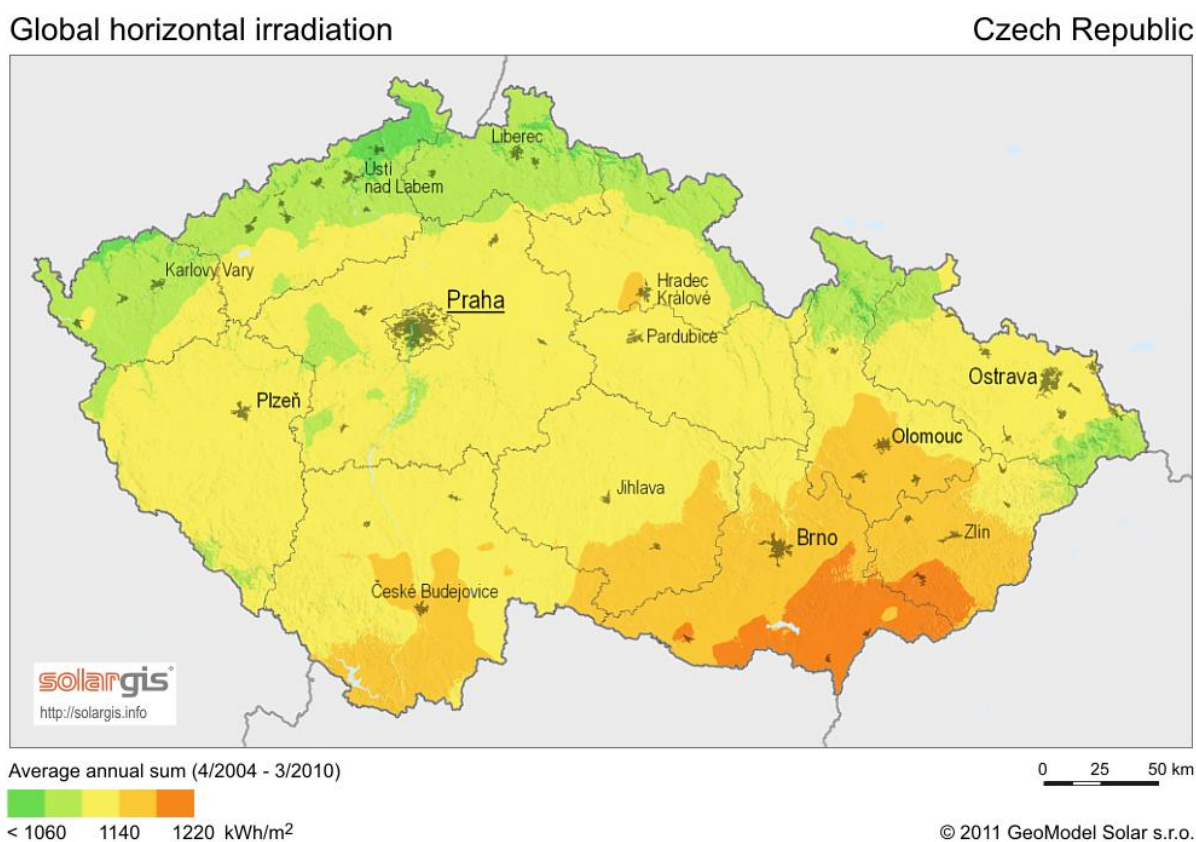
Princip a funkce fotovoltaických systémů byla zmiňována již na začátku práce, proto se teď práce zaměří hlavně na možnosti vytápění. I když se vytápění a ohřev TUV pomocí fotovoltaických systémů zdá neefektivní, protože při každé přeměně dochází ke značným ztrátám. Platí to i u solárního vytápění pomocí elektřiny získané z fotovoltaických panelů. Je však nutné vzít v potaz několik faktorů, především univerzální využitelnost elektřiny. Vyrobenou elektřinu je možné v měsících, kdy není třeba topit, prodávat do veřejné sítě za výhodnou cenu nebo ji používat na běžný provoz. K efektivnímu využití fotovoltaických panelů bývá potřebný velký prostor, na instalaci těchto panelů (střecha, část nevyužívané zahrady, atd). Jsou také vhodné pro využití u budov nepřipojených na veřejnou rozvodnou síť. [10]

3 Návrh zařízení

Návrh solárního zařízení se týká rodinného domu, v současné době nebude tento návrh realizován, ale může posloužit v případě pozdější realizace.

3.1 Místní podmínky

Objekt se nachází v obci Dolní Bukovsko ležící na polovině cesty mezi Táborem a Českými Budějovicemi. Dům byl postavený v roce 1992. Jako prostor pro instalaci solárních panelů je k dispozici sedlová střecha, o rozměrech 9 x 12 m se sklonem 40°. Polovina střechy je orientována na jih a druhá na sever. Stavebně je objekt řešen tradičně, pomocí zděné konstrukce z tepelně izolačních cihel. V okolí domu nejsou žádné stromy ani objekty, které by snižovaly výkon solárních systémů. Oblast, kde se nachází zadaný rodinný dům je charakterizována rovinnými klimatickými podmínkami. Doba slunečního svitu je 1500 h/rok a oblačnost 65 %. Přesto je však roční průměrný úhrn globálního slunečního záření 1100 – 1200 kW/m². [8]



Obrázek 8 Průměrný roční úhrn záření [8]

3.2 Výpočet tepelných ztrát budovy

Na výpočet tepelných ztrát byly použity online výpočtové programy a porovnány hodnoty. Všechny výpočtové programy počítají podle nové normy ČSN EN 12831, která nahradila normu ČSN 06 0210. Pro zadané výpočty byly zadány údaje ze stavebních plánů domu, technických údajů nových oken a dveří. Výsledná tepelná ztráta objektu je 13.9 kW a roční potřeba na vytápění za topné období 16357 kWh/rok (58.9 GJ/rok). [19],[20]

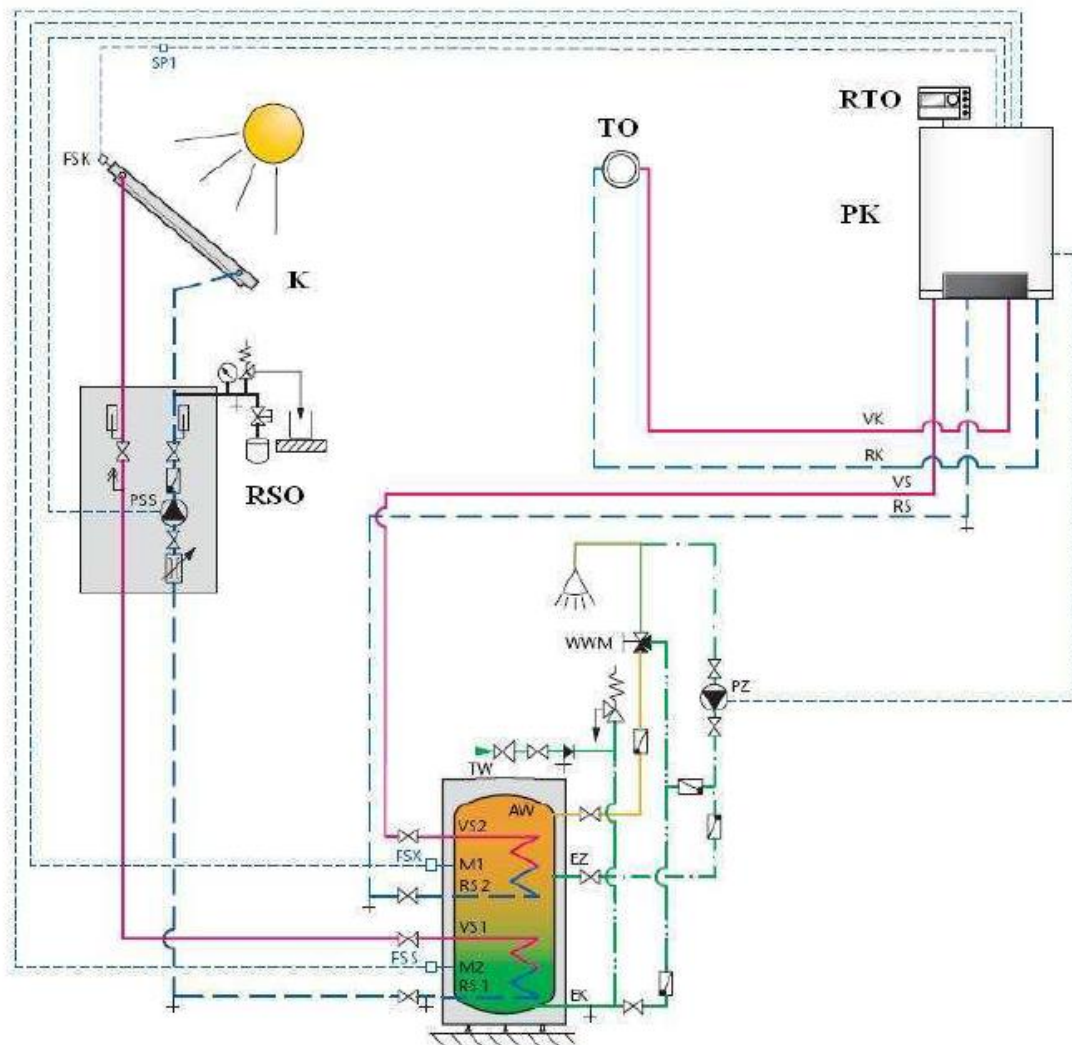
3.3 Návrh solárního systému

System navrhovaný pro rodinný dům má být posouzen a navržen z hlediska využití pro ohřev teplé vody a přitápění. Vzhledem k zaměření této práce, nejsou klasické deskové kolektory vhodné, zejména díky velmi malé účinnosti v zimním období. Vakuové trubicové systémy se pro tento návrh také nehodí, vzhledem k jejich náchylnosti na zasněžení (objekt nemá dobrý přístup na střechu a odklízet sníh by bylo komplikované).

Nakonec byl vybrán deskový vakuový kolektor Logasol SKS 4.0 z internetového obchodu od společnosti Regulus a to hlavně díky příznivé ceně, technickým parametrům a přehledném zpracování o produktech. Dalším parametrem bylo, že je to česká firma a tedy i český výrobek.[21]



Obrázek 9 Zvolený vakuový solární kolektor Logasol SKS 4.0[21]



Obrázek 10 Schéma zapojení systému pro ohřev teplé vody[21]

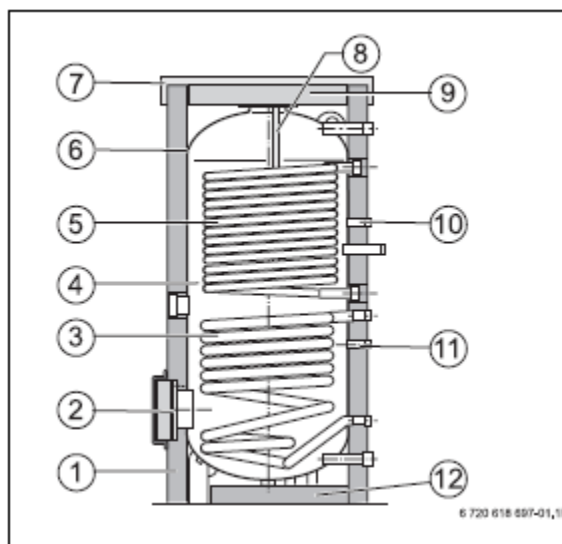
K - kolektor, RSO – regulace solárního okruhu, TO - topný okruh, RTO – regulace topného okruhu, PK – kotel, PSS – hydraulická skupina solárního okruhu, FSK/FSX/FSS – tepelná čidla, PS1 – přepětěová ochrana, TW – pitná voda, EK – vstup studené vody, AW – výstup teplé vody, WWM – směšovač teplé vody, VS1/2 – výstupy ze zásobníku, RS1/2 – výstup ze zásobníku, M1/2 – místo měření, PZ – oběhové čerpadlo, VS/K - vstup ze zásobníku/kotle, RS/K – výstup ze zásobníku/kotle

U objektu se sedlovou střechou bude použita jižní strana (severní strana nebude využita vzhledem k nízké efektivitě), jejíž rozměry jsou 9 x 6 m. Na tuto plochu lze nainstalovat 8 solárních kolektorů (rozměry jednoho jsou 1,145 x 2,070 m).

Čistě pro ohřev teplé užitkové vody by pro 4 člennou rodinu dle výrobce stačili 2 kolektory, jelikož je požadavek i přitápění je potřeba využít celou plochu střechy.

Sklon kolektoru by měl být zvolen doporučení výrobce, a to v rozmezí 30° – 60°. Pro Vytápění a ohřev TUV je ideální sklon 50°.

Pro navržený solární systém výrobce doporučuje bivalentní zásobník Logalux SMH300 o objemu 290l. Je vybaven tepelným výměníkem i na dotápění kotlem. Spotřeba teplé vody se počítá pro 4 člennou rodinu okolo 200 litrů, proto by měl být tento zásobník dostačující.[21]



Obrázek 11 Bivalentní zásobník LogasolSMH300[21]

1 - tepelná izolace, 2 - revizní otvor, 3 - spodní tepelný výměník, 4 - nádrž zásobníku, 5 - horní tepelný výměník, 6 - termoglazura, 7 - víko opláštění, 8 - hořčíková anoda, 9 - horní tepelná izolace, 10/11 - jímka, 12 - spodní tepelná izolace

3.4 Provoz solárního systému

Solární systém pro ohřev teplé vody a přitápění je navržen jako bivalentní pro celoroční provoz. Přenos tepla ze solárního kolektoru do zásobníku obstarává speciální nemrzoucí kapalina. Primární okruh je navržen tak, aby dokázal pokrýt celoroční spotřebu teplé vody.

V solární soustavě je také solární čerpadlo a jiné kontrolně-regulační a zabezpečující elementy. Solární systém je řízen digitální regulací, která je umístěna v izolaci hydraulické skupiny. Regulace sleduje informace z čidel teploty solárního kolektoru a dolní části solárního bojleru, vyhodnocuje je a v závislosti na teplotách řídí solární systém. Zapíná solární čerpadlo (to zajišťuje oběh teplonosné kapaliny) pouze tehdy, pokud teplota solárního kolektoru dosáhne vyšší teploty ve spodní části solárního bojleru. Pro přitápění další čidlo hlídá, zda bude k dispozici dostatek teplé vody spouští čerpadlo.[21]

V období, kdy není intenzita slunečního zařízení dostatečná, je nutno pomoci při vytápění sekundárním zdrojem tepla, v tomto případě elektrickým zdrojem tepla či kotlem na pevná paliva.

Proti poškození v důsledku nepříznivých venkovních podmínek bývá systém chráněn automatickou ochranou. Proti přehřátí a zvýšení teploty nemrznoucí kapaliny v systému je možné chladit kolektory vyzařováním tepla v nočních hodinách do okolí.[21]

4 Hodnocení projektu

Pro ekonomické zhodnocení projektu je nutné znát výdaje a výnosy z dané soustavy. Jako výdaje jsou počáteční investice na zakoupení i s instalací soustavy a k tomu připočteny roční provozní náklady. Ukazatelem výnosů soustavy je množství tepla dodaného do zásobníku, využitě na ohřev TUV nebo přitápění. Hodnocení lze udělat jen orientační, pro přesné výpočty firmy využívají složité výpočetní systémy, které berou v potaz daleko více faktorů, ovlivňující výkon systému.

Systém byl navrhnut tak, že všechny komponenty jsou od jedné firmy, díky tomu by měla být zajištěna kompatibilita systému. Celková investiční cena se skládá ze solárních kolektorů, zásobníku s regulačním zařízením a sady pro montáž panelů.

Tab.1: Počáteční investice[21]

| Položka | Cena (Kč) |
|---|-----------|
| Sestava 8 kolektorů typu Logasol SKS 4.0 -S | 191 200 |
| Solární stanice a zásobník Logasol SMH300 | 40 950 |
| Celková cena bez DPH | 232 150 |
| Celková cena s 20% DPH | 278 580 |

Při objednávce solárního zařízení firma poskytuje instalaci i dovoz zdarma, proto je uvedená cena konečná.

Další náklady vyžaduje systém během roku na provoz a spotřebu elektrické energie, na provoz čerpadel, čidel, opotřebování zařízení a servis. Tyto náklady činí zhruba 3000 Kč za rok.[21]

Výrobce uvádí, že minimální výnosnost kolektoru je 550kWh/m². To znamená při ploše 16,8 m², na které je nainstalované solární zařízení 9240 kWh. Životnost výrobce uvádí 25 let.[21]

Hlavním ekonomickým faktorem je návratnost investice, tedy za jak dlouho se navrátí peníze investované do projektu zpět. Ve výpočtech není respektována inflace, ale je nutné

znát cenu energie na ohřev teplé vody. V tomto případě ve zmiňovaném objektu se využívá topení a ohřev teplé vody elektrina (sazba cca 2,60 Kč/kWh). Investiční náklady jsou 278 580 Kč, roční provozní náklady 3000 Kč, předpokládaná délka životnosti 25 let a předpokládané množství vyrobené energie za rok 9240 kWh.

Dobu návratnosti investice se vypočítá vztahem[23]

$$T_s = \frac{T_z * N_p + N}{c * E} \text{ (roky)} \quad (4.1)$$

Kde je : T_s = doba splácení (rok), T_z = doba životnosti (rok), N = investiční náklady (Kč), N_p = provozní náklady (Kč/rok), c = cena energie (kWh), E = množství vyrobené energie (kWh/rok)

Po zadání hodnot do tohoto vzorce vyjde doba návratnosti cca 15 let. V praxi tato doba bude o něco vyšší a to především kvůli velkým výkonům v letním období, kdy není odběr teplé vody tak velký a není využita všechna teplá voda. Oproti tomu v zimě, kdy je třeba nejvíce tepla, jsou výkony nejmenší. Dobu návratnosti může také změnit získání investice od státu v programu Nová zelená úsporám v maximální výši 50%. [24]

4.1 Temperování

Jak je zmíněno již dříve, tepelné ztráty daného objektu jsou 16356 kWh/rok. Tato hodnota je počítána pro celé topné období, tedy 243 dní, při průměrné venkovní teplotě 5,1°C s venkovní návrhovou teplotou -15°C a vnitřní teplotou 10°C. Pokud chceme temperovat objekt, je nutné spočítat s měsíci, které mají pro nás nejhorší podmínky, tedy nejmenší venkovní teplotu a nejmenší úhrn solárního záření. Pro nás je tento měsíc leden. Průměrná venkovní teplota v tomto měsíci se pohybuje okolo -1°C a solární záření 1,2 kWh/m² za den. [23], [25]

Po přepočtu tepelných ztrát objektu, byly zjištěny průměrné denní tepelné ztráty 70 kWh/den. [23]

Navržené solární zařízení má plochu $16,8\text{m}^2$. I při zanedbání všech ztrát při přenosu tepla, bude mít maximální získanou energii 20kWh . Z toho je zřejmé, že tento návrh není schopen temperovat daný objekt

Závěr

Cílem této práce byl udělat průzkum trhu ohledně zařízení na vytápění budov pomocí solárního záření, dále pro modelový objekt navrhnout a zhodnotit systém na využití solární energie.

Na základě internetového průzkumu trhu ohledně zařízení na vytápění budov pomocí solárního záření a dle konzultace s odborníky byla pro modelový dům vybrána zařízení na vytápění budov pomocí solárního záření od firmy Buderus. Konkrétně solární deskové vakuové panely Logasol SKS 4.0 – S. K tomuto zařízení byl navrhnout vhodný solární zásobník. Zároveň byla vypočtena cena a orientační ekonomická návratnost systému pro ohřev teplé vody a přitápění v domě. Doba návratnosti této investice je 15 let.

Ve využití solární energie vidím velký potenciál, protože je to jeden z nevyčerpatelných zdrojů energie a systémy na jejím využití pracují na stále větší účinnosti. Využití na střeších domů na vytápění a ohřev se mi zdá jako jeden z nejlepších z hlediska ekologického a ekonomického.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] LADENER, HEINZ, SPATE, FRANK : *Solární zařízení*; Grada Publishing a.s., Praha 2003, ISBN 80-247-0362-9
- [2] CIHELKA, Jaromír : *Solární tepelná technika*; Nakladatelství T.Malina, Praha 1994,ISBN 80-900759-5-9
- [3] Energie Slunce [online]. Enegetický poradce PRE, 20.5.2013 [cit. 22.5.2013]. Dostupný z: <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energieslunce.html>
- [4] ŠTEPÁNEK Jiří. *Využitelnost sluneční energie a fotovoltaického jevu*, diplomová práce FEL ZČU 2010.
- [5] BROŽ Karel. *Zařízení pro využití sluneční energie (navrhování)*, Čech topenářů a instalatérů ČR, 2001
- [6] HENZE Andreas: *Elektrický proud ze slunce*, 1.vyd. Vydalo HEL,Ostrava 2000, ISBN 80-86167-12-7
- [7] Solární elektrárny. Wodagreen [online] Poslední změna 3.6 2013. [Cit. 21.5.2013]. <http://www.wodagreen.com/jaknato/pv/wdspv.htm>
- [8] Solargis. Mapy solárního záření. [online] Poslední změna 3.6.2013. [Cit. 15.5.2013]. http://solargis.info/doc/_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Czech-Republic-en.png
- [9] Obnovitelné energie. Podmínky v ČR. [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit. 18.5.2013]. Dostupný z: <http://www.obnovitelne-energie.cz/fotovoltaicke-elektrarny-podminky-cr.php>
- [10] Nemakej. Fotovoltaický článek. [online]. Poslední změna 3.6.2013. [Cit. 18.5.2013]. Dostupný z: <http://www.nemakej.cz/fotovoltaicky-clanek.php>
- [11] Entrepreneur. Průzkum trhu. [online]. Poslední změna 3.6.2013. [Cit.20.5.2013]. Dostupný z: <http://www.entrepreneur.com/article/217345>
- [12] Topení – topenáři. Solární vytápění. [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit. 25.5.2013]. Dostupný z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni.php>
- [13] Trubicové kolektory. Ploché vakuové kolektory. [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.26.5.2013]. Dostupný z: <http://www.trubicove-kolektory.cz/info.html>
- [14] Nalezeno. Ceny solárních kolektorů [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.26.2013]. Dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/kolik-stoji-solarni-kolektory-pro-ohrev-vody-a-vytapeni-a-kolik-usetrite.dic>
- [15] Quantumas. Ploché vakuové kolektory [online]. Poslední změna 3.6.2013. [Cit.26.2013]. Dostupný z: <http://www.quantumas.cz/solarni-kolektor/>
- [16] Topení – topenáři. Ceny solárních kolektorů [online]. Poslední změna 3.6.2013. [Cit.26.2013]. Dostupný z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni/teplovzduzne.php>
- [17] Solareni. Teplovzdušné solární kolektory. [online]. Poslední změna 3.6.2013. [Cit.26.2013]. Dostupný z: <http://www.solareni.cz/slunecni-kolektory/typy-slunecnich-kolektoru/teplovzduzne-kolektory/>
- [18] Jak bydlet. Teplovzdušné solární kolektory [online]. Poslední změna 3.6.2013. [Cit.26.2013]. Dostupný z: http://www.jakbydlet.cz/clanek/512_teplo-zdarma-%E2%80%93-teplovzduzne-solarni-kolektory-.aspx
- [19] TZB- Info. Výpočet tepelných ztrát [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.26.2013]. Dostupný z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/128-on-line-kalkulacka-uspora-dotaci-zelena-usporam>
- [20] Vytápění. Výpočet tepelných ztrát [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.27.2013]. Dostupný z: <http://www.vytapeni.cz/kalkulacky/tepelne-ztraty>

- [21] Buderus. Solární kolektory [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.27.2013].
Dostupný z: <http://www.buderus.cz/produkty/solarni-technika/solarni-kolektory/logasol-sks.html>
- [22] MURTINGER, K., a TRUXA, J. *Solární energie pro váš dům*. 1. Vydání. Brno: ERA group spol. s.r.o., 2005. ISBN: 80-7366-029-6.
- [23] tzb-info. Výpočet návratnosti investice [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.26.2013]. Dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/2786-vypoctova-pomucka-ekonomicka-efektivnost-investic-ii>
- [24] Nová zelená úsporám. Dotace [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.26.2013]
Dostupný z: <http://www.nova-zelenausporam.cz/>
- [25] JRC-Europa. Sluneční záření [online]. Poslední změna 3.6.2013 [Cit.29.2013]
Dostupný z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>