

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
TECHNICKÁ FAKULTA**

2136282

**SOLÁRNE SYSTÉMY A VÁVRH VYUŽITIA
PRE DOMÁCNOSTI**

2011

Kristína Haberlandová, Bc.

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
TECHNICKÁ FAKULTA**

**SOLÁRNE SYSTÉMY A NÁVRH VYUŽITIA PRE
DOMÁCNOSTI**

Diplomová práca

Študijný program:	Informačná a automatizačná technika v kvalite produkcie
Študijný odbor:	(2386800) Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra fyziky
Školiteľ:	RNDr. Vlasta Vozárová, PhD.

Nitra 2011

Kristína Haberlandová, Bc.

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

Technická fakulta

Katedra fyziky

Akademický rok: 2009/10

ZADÁVACÍ PROTOKOL DIPLOMOVEJ PRÁCE

Študent: **Bc. Kristína Haberlandová**
Študijný odbor: **Kvalita produkcie**
Študijný program: **Informačná a automatizačná technika v kvalite produkcie**

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku SPU v Nitre z roku 2008 Vám zadávam tému diplomovej práce:

SOLÁRNE SYSTÉMY A NÁVRH VYUŽITIA PRE DOMÁCNOSTI

Cieľ práce:

Cieľom diplomovej práce je spracovať literárny prehľad o fyzikálnych princípoch, technologických riešeniach a možnostiach využitia solárnych systémov. V rámci vlastnej práce bude na základe ponúk viacerých firiem navrhnuté riešenie solárneho systému pre rodinný dom s definovanými požiadavkami na podporu vykurovania v prechodnom období (jar, jeseň), na podporu ohrevu teplej úžitkovej vody v zimnej sezóne a na vykurovanie bazéna v letnej sezóne.

Rámcová metodika práce:

Literárny prehľad bude po obsahovej stránke zameraný na nasledovné okruhy problémov: fototermálna premena, solárne kolektory, fyzikálna podstata fotovoltickej premeny, fotovoltickej články, využitie solárnych systémov

Pre splnenie cieľa diplomovej práce je navrhovaná rámcová metodika práce:

- 1) štúdium odbornej literatúry a triedenie poznatkov o solárnych systémoch a možnostiach ich využitia,
- 2) analýza vhodností použitia jednotlivých solárnych kolektorov na základe ponuky viacerých firiem,
- 3) návrh solárneho systému s požadovanými parametrami.

Rozsah grafických prác: cca 5 strán

Rozsah textovej časti: cca 60 strán

Literatúra:

JANÍČEK, F. a kol. 2009. *Obnoviteľné zdroje energie 2. Perspektívne premeny a technológie*. 1. vyd. Bratislava : STU, 2009. ISBN 978-80-89402-13-7

K. KÜNSTLE - K. REITER - K. RIEDLE. 1991. *Možnosti a meze obnoviteľné energie* In: Výběr informací z jaderné techniky, Československá komise pro atomovou energii, Praha, číslo 3, ročník 20, 1991, ISSN 0323-0066

Internetové zdroje

Vedúci diplomovej práce: RNDr. Vlasta Vozárová, PhD.

Konzultant diplomovej práce: -

Dátum zadania diplomovej práce: 20. 11. 2009

Harmonogram postupu prác:

1. Štúdium odbornej literatúry a triedenie poznatkov o solárnych systémoch a možnostiach ich využitia 11. 2009 – 04. 2010
2. Analýza vhodností použitia jednotlivých solárnych kolektorov na základe ponuky viacerých firiem 04. 2010 – 09. 2010
3. Návrh solárneho systému s požadovanými parametrami 09. 2010 – 01. 2011
4. Vypracovanie písomnej práce 01. 2011 – 04. 2011

Dátum odovzdania diplomovej práce: apríl 2011

RNDr. Vlasta Vozárová, PhD.

vedúca katedry

prof. Ing. Vladimír Kročko, CSc.

dekan

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Kristína Haberlandová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Solárne systémy a ich využiteľnosť pre domácnosti“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 29. apríla 2010

Kristína Haberlandová

Pod'akovanie

Ďakujem mojej školiteľke, RNDr. Vlaste Vozárovej, PhD. za cenné rady a podnety, ktoré mi poskytovala počas tvorby tejto práce. Taktiež chcem vyjadriť poďakovanie firmám a ich majiteľom za rýchle vypracovanie finančných návrhov solárnych systémov. V neposlednom rade ďakujem investorovi za možnosť spracovania jeho údajov a svojej rodine za psychickú podporu počas tvorby diplomovej práce.

Abstrakt (v štátnom jazyku)

Cieľom diplomovej práce je spracovať literárny prehľad o fyzikálnych princípoch, technologických riešeniach a možnostiach využitia solárnych systémov. V rámci vlastnej práce bude na základe ponúk viacerých firiem navrhnuté riešenie solárneho systému pre rodinný dom s definovanými požiadavkami na podporu vykurovania v prechodnom období (jar, jeseň), na podporu ohrevu teplej úžitkovej vody v zimnej sezóne a na vykurovanie bazéna v letnej sezóne. Súčasný stav riešenej problematiky je súhrnom informácií a údajov o fototermálnej premene a s ňou súvisiacich druhov solárnych kolektorov, fotovoltaike a jej fyzikálnej podstate, možnostiach využitia solárnych kolektorov a nakoniec aj o možnostiach dotácie na slnečné kolektory v Slovenskej republike. Vlastná práca zahŕňa výpočet solárneho systému na ohrev vody a vykurovanie objektu a bazéna pre vybraný dom, definovanie umiestnenia kolektorov, zásobníka a výmenníka (pre bazén). Hlavnú časť tvorí porovnanie plochých a trubicových kolektorov. Porovnaním sme zistili, že nie je veľký rozdiel medzi plochými a trubicovými kolektormi. Najväčším rozdielom je ich cena. Ak sa niekto rozhodne, že chce spraviť niečo prospešné pre životné prostredie a svoju peňaženku, solárne kolektory sú jednou z možností ako to dosiahnuť.

Kľúčové slová: fototermálna premena, fotovoltaika, využiteľnosť, kolektor, dotácia.

Abstrakt (v anglickom jazyku)

The aim of this thesis is to elaborate digest of physical principles, technological solutions and the potential uses of solar systems. The main core of this work is to design solar system solution for house with defined requirements to support the heating in the transitional period (spring, autumn), to support the hot water in winter and to heat the pool in summer based on the offers from various contractors. The current situation of the field summarizes the information and data on the photothermal conversion and associated species of solar collectors, photovoltaics and its physical essence, on options for solar collectors usage and finally on contribution possibilities for solar collectors in the Slovak Republic. This work includes the solar system calculation for water heating, building heating and pool heating for selected house, definition of the collector, tank and heat exchanger (the pool) location. The main part of this thesis is to compare the flat and tubular collectors. By comparing, we found out, that there is not much difference between flat and tube collectors. The most significant difference is their price. If someone decides, that he wants to do something beneficial to the environment and his wallet, the solar panels are one option to achieve this goal.

Keywords: photothermal conversion, photovoltaics, usability, collector, contribution.

Obsah

Zoznam ilustrácií	9
Úvod	10
1 Súčasný stav riešenej problematiky	12
1.1 Fototermálna premena	12
1.1.1 Druhy solárnych kolektorov	14
1.1.2 Príslušenstvo solárnych kolektorov	22
1.2 Fotovoltaika	24
1.2.1 Fyzikálna podstata fotovoltickej premeny	26
1.3 Selektívny absorbér – selektívne povrchy	29
1.4 Využitie solárnych systémov	30
1.4.1 Štátna dotácia na slnečné kolektory	35
2 Cieľ a metodika práce.....	38
3 Návrh solárneho systému	39
4 Porovnanie jednotlivých druhov solárnych kolektorov.....	46
4.1 Finančná úspora pri použití slnečných kolektorov	50
5 Výsledky práce a diskusia	52
Záver	54
Zoznam použitej literatúry	55
Prílohy	57

Zoznam ilustrácií

Obrázok 1 Sklon slnečného kolektoru v jednotlivých ročných obdobiach	14
Obrázok 2 Plochý kolektor.....	16
Obrázok 3 Plochý vzduchový kolektor umiestnený na stene budovy	17
Obrázok 4 Vákuový plochý kolektor.....	18
Obrázok 5 Vákuový trubicový kolektor.....	18
Obrázok 6 Plastové absorbéry na ohrev bazénovej vody.....	20
Obrázok 7 Líniové koncentrujúce kolektory.....	21
Obrázok 8 Spektrum slnečného žiarenia po prechode atmosférou.....	24
Obrázok 9 Vznik fotoelektrického napätia na štruktúre P-N.....	27
Obrázok 10 Množstvo dopadajúceho slnečného svitu na európske krajiny	34
Obrázok 11 Množstvo dopadajúceho slnečného svitu na Slovensko	35
Obrázok 12 Umiestnenie zásobníka a kolektorov.....	44
Obrázok 13 Umiestnenie zásobníka, kolektorov a výmenníka.....	44
Obrázok 14 Plochý kolektor TS 310.....	48
Obrázok 15 Rez trubicou solárneho kolektora.....	50

Úvod

V dnešnej dobe ľudia zabúdajú na Zem a jej ochranu. So zvyšujúcimi sa požiadavkami na životný štýl a s ním spojený komfort sa zvyšuje aj spotreba energií. Tie produkujú stále väčšie a väčšie množstvo emisií, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú životné prostredie. V snahe predchádzať tomuto trendu sa snažia mnohí vedci a odborníci prísť na spôsob získavania energie zo zdrojov, ktoré sú nevyčerpatelne a to takým spôsobom, aby čo najmenej zasahovali do prírody a tak prispievali k jej ochrane.

Vedci prišli na viaceré možnosti ako získať potrebnú energiu tak, aby v čo možno najmenšom množstve zaťažovali prírodu. Všetka obnoviteľná energia pochádza buď zo slnka, zemskej rotácie alebo zo zemského tepla. Medzi takéto druhy energií patrí solárna, veterná, vodná, geotermálna, energia mora, biomasa a iné. V dnešnej dobe sa opäť vraciame k prírode a k jej nevyčerpatelným zdrojom energie. Naša diplomová práca sa bude zaoberať iba solárnou energiou, konkrétne jej technológiám a ich využitím v domácnostiach.

Solárne systémy sú dostupnejšie pre veľké firmy kvôli ich vysokým vstupným nákladom. Na energiu získanú prostredníctvom solárnych technológií sú štátom garantované ceny výkupu, čo využívajú firmy ako investíciu, ktorá má relatívne rýchlu návratnosť a vysoké dlhodobé zisky. Vysoké vstupné náklady odrádzajú jednotlivcov od zakúpenia solárnych systémov, pričom aj pre nich je to forma vhodnej investície. Vo výskumnej časti sa preto pokúsime zistiť aké druhy solárnych kolektorov sú najvhodnejšie pre jednotlivcov a v čom spočívajú výhody a nevýhody vybraných druhov.

Solárne systémy rozdeľujeme na fototermálne a fotovoltaické. Fototermálne kolektory vyrábajú teplo, ktoré využívame na ohrev vody alebo na vykurovanie. Fotovoltaické kolektory produkujú elektrickú energiu, ktorú môžeme využívať kdekoľvek. Keďže dnešná technológia ešte nedokáže využiť plný rozsah získanej energie, treba rátať s tým, že solárne systémy majú iba podporovať bežné systémy a nie ich úplne nahradiť.

Krajiny ako USA, India, Čína a krajiny Európskej únie sa zaoberajú vývojom solárnych technológií na získavanie obnoviteľného zdroja elektrickej a tepelnej energie. Nestačí však iba vývoj nových technológií a zlepšovanie tých starších. Je potrebné, aby

sa vlády jednotlivých krajín snažili zaradiť obnoviteľné zdroje do svojej ekonomiky, trhového hospodárstva, ale aby aj rozširovali informácie o nových technológiách, ktoré môžu pomôcť občanom. V tejto diplomovej práci sa pokúsime zistiť aké možnosti podpory solárnych systémov ponúka Slovenská legislatíva a akými spôsobmi podáva informácie svojim občanom.

Nie každá krajina má však rovnakú možnosť využívať solárne systémy. Závisí to od viacerých faktorov ako je rôzna miera slnečného svitu, rôzneho stupňa technického a ekonomického rozvoja a v neposlednej rade prístup ľudí k obnoviteľným zdrojom energie. Obmedzené je taktiež komerčné využitie solárnych systémov, keďže v období kedy je najviac potrebné vykurovanie a v noci kedy je najviac potrebná elektrina, je minimum resp. žiadne slnečné žiarenie.

1 Súčasný stav riešenej problematiky

1.1 Fototermálna premena

Fototermálna premena je premenou, kedy sa dopadajúce žiarenie mení na teplo. Až 90 % tepla z celkového dopadajúceho žiarenia by sa získalo, ak by sa premenila viditeľná zložka slnečného žiarenia. Takéto percento účinnosti sa nedá dosiahnuť pri žiadnej inej premene slnečného žiarenia. „Pri fototermálnej premene nastáva jav posunu vlnovej dĺžky žiarenia do tepelného spektra“ (Janíček, 2009). Dá sa to dosiahnuť dopadom žiarenia na nepriehľadnú, podľa možnosti, čo najtmavšiu prekážku, ktorá má malú vyžarovaciu schopnosť v tepelnom spektre. Slnečné žiarenie sa počas premeny absorbuje. Táto premena sa uskutočňuje v kolektoroch slnečného žiarenia. Ďalším spôsobom využitia slnečného žiarenia je jeho samovoľné prenikanie napríklad cez okná budov a jeho následná absorpcia v objektoch vo vnútri budovy.

Slnečné kolektory

Princíp slnečného kolektoru spočíva v akumulácii tepla získaného zo slnečného žiarenia, do teplotnosného média. Solárne kolektory slúžia na zachytávanie slnečného žiarenia. Tie na svojej ploche žiarenie zachytia a premenia ho na teplo. Premena prebieha v hlavnej časti kolektora – absorbéry, ktorý je vodičom tepla. Teplo sa prostredníctvom absorbéru prenáša na teplotnosné médium. Médium preteká v rúrkach absorbéru a následne sa prepravuje do zásobníka. Z dôvodu čo najefektívnejšieho využitia absorbéru, sa vyrába z teplotne dobre vodivého plechu (napríklad meď a hliník) a zo selektívnej konverznej vrstvy. Tá musí vykazovať čo najvyššiu absorpčnú schopnosť a minimálnu emisivitu (vyžarovanie tepla). Kompletný solárny systém obsahuje rúrky, expanznú nádobu, elektronickú reguláciu, obehové čerpadlo, zásobník a celý rad armatúr potrebných pre bezchybnú prevádzku zariadenia.

Slnečné fototermálne kolektory sa najčastejšie využívajú na prípravu teplej vody, prikurovanie budov, ohrev vody v bazénoch a ako priemyselné teplo alebo chladenie. Výsledkom procesu ohrevu prostredníctvom solárnych kolektorov je tepelná energia akumulovaná vo vode alebo v inom kvapalnom médiu. Voda ako médium sa využíva pre jej veľkú tepelnú kapacitu, pretože ohrev vody je energeticky veľmi náročný proces.

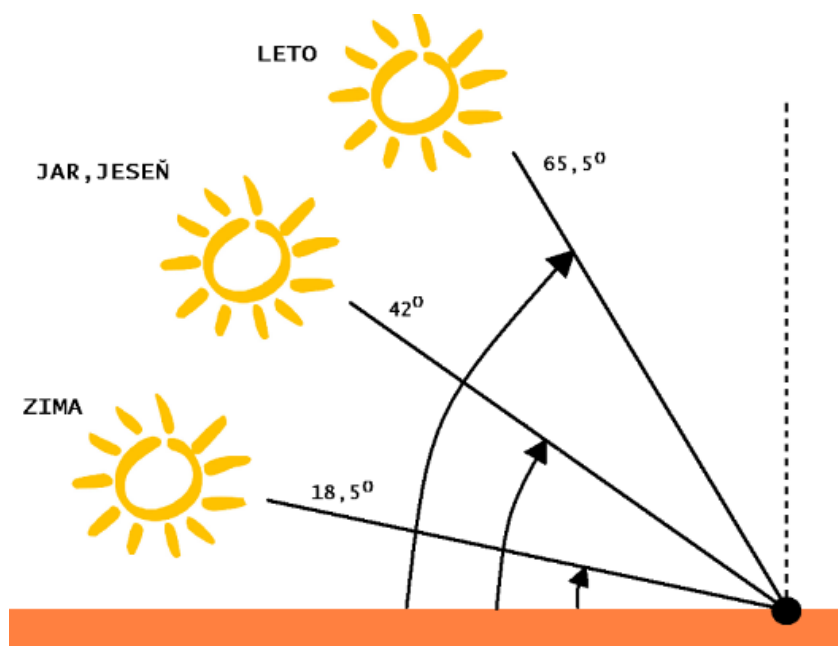
V technicky rozvinutých krajinách predstavuje spotreba energie využívaná na ohrev vody približne 25 % celkovej energetickej náročnosti domácností. Pokrytie takéhoto vysokého percenta energie z obnoviteľného zdroja má preto významný vplyv na celkovú energetickú bilanciu a tiež sekundárne na životné prostredie.

Systémy, ktoré využívajú slnečné žiarenie na ohrev vody, predstavujú širokú škálu. Vyrábajú sa systémy od technologicky jednoduchých, kde sa využíva priamy ohrev zásobníka až po komplikované komplexné systémy s vysokou úrovňou automatizácie.

Požiadavky kladené pri výbere kolektoru:

- 1. Základná podmienka návrhu systému:** Dôkladná analýza počiatočných podmienok, nie iba technických a ekonomických, ale aj zvázenie prevádzkových podmienok. Dôležitým krokom je návrh vhodného typu kolektora na daný účel použitia. Parametre vhodného typu kolektora môžu závisieť od žiadanej účinnosti, konštrukčných prevedení kolektorov, miesta použitia alebo finančnej náročnosti celého projektu.
- 2. Výber najvhodnejšej lokality:** Pri výbere lokality pre kolektory by sme mali brať do úvahy dobrý prístup na pravidelnú kontrolu a údržbu. Kolektory by tiež nemali byť vystavené vetru, pretože to namáha nosnú konštrukciu a vedie k ochladzovaniu, čiže k tepelným stratám.
- 3. Ročné obdobie:** Počas leta je množstvo dopadajúcej slnečnej energie najvyššie. V tomto čase slnko zohreje vodu v kolektore takmer bez strát. V zimnom období je ponuka slnečnej energie nižšia, pričom straty sú vyššie vzhľadom na nízku teplotu prostredia. Napriek tomu môže fototermálny systém zabezpečiť ohrev vody v kolektore .
- 4. Správne miesto pre slnečné kolektory:** Výber správneho miesta súvisí s ročným obdobím. Efektivita fototermálnej premeny je najvyššia pri kolmom dopade svetla. V letných mesiacoch, keď je Slnko vysoko, sa preto odporúča kolektor inštalovať s menším uhlom oproti vodorovnej ploche, pre zimné mesiace sa odporúča inštalovať kolektor strmšie naklonený. Záleží na rozhodnutí, v ktorom období roka má systém pracovať s najvyššou efektivitou. V prípade pevného umiestnenia počas celého roka sa v podmienkach strednej Európy odporúča umiestnenie kolektorov s najvhodnejším sklonom 45° vid' obrázok 1.

5. Dosiahnutie čo najmenších strát: Pri premene slnečného žiarenia na teplo dochádza k určitým stratám, unikaniu tepla, napr. bočnými stenami, skleneným krytom a pod. Dôležitou podmienkou je zaistiť najkratšie rozvody medzi kolektorom, zásobníkom, výmenníkom a ich dobrú tepelnú izoláciu. Z toho vyplýva, že čím je lepšia izolácia medzi vnútornou časťou kolektora a okolím, tým sa dosiahne vyššia účinnosť použitého slnečného kolektora (Janíček, 2009).



Obrázok 1 Sklon slnečného kolektora v jednotlivých ročných obdobiach
(zdroj: Janíček, 2009)

1.1.1 Druhy solárnych kolektorov

V roku 1767 vyrobil švajčiarsky vedec Horac de Saussur prvý solárny kolektor, ktorý neskôr zdokonalil John Herschel. Ten ho používal počas jeho cesty po Afrike v roku 1830 na varenie jedla.

Najzákladnejším rozdelením solárnych kolektorov je ich rozdelenie na aktívne a pasívne. Pasívne solárne kolektory využívajú energiu priamo bez pomoci zložitejších systémov. Sú to architektonické návrhy objektov, ktoré umožňujú čo najväčšiu akumuláciu tepla počas dňa, napríklad prostredníctvom veľkých okien orientovaných na juh. Vhodne orientovanými miestnosťami a tepelnou izoláciou okien na severnej strane sa dá bezplatne zabezpečiť dostatočné množstvo tepla.

Aktívne solárne kolektory nevyužívajú energiu priamo, ale pomocou fotovoltaiických článkov (na elektrickú energiu) alebo pomocou solárnych kolektorov (na teplo). Aktívne solárne kolektory rozdeľujeme podľa druhov a využitia na:

Ploché kolektory – sú nekoncentrujúce slnečné kolektory, ktorých povrch je rovinný. Delia sa na kvapalinové (kvapalina ako teplotonosná látka), vzduchové (teplotonosná látka je vzduch) a vákuové (teplotonosná látka je izolovaná od okolia vákuom).

Trubicové kolektory – teplotonosná látka je v trubicách izolovaná od okolia vákuom, delia sa na kolektory s priamym prúdením a kolektory pracujúce podľa princípu tepelnej trubice.

Bazénové plastové absorbéry – vyrábajú sa z nehrdzavejúceho materiálu a môžu sa používať v jednookruhových systémoch, kedy je priamo cez absorbér poháňaná voda z bazéna obehovým čerpadlom.

Ploché kvapalinové kolektory

Plochý kolektor sa skladá z:

- plášť kolektora,
- absorbéra,
- tepelne odolnej izolácie s hrúbkou 40 až 70 mm z minerálnej vlny,
- priehľadného krytu.

Plášť kolektora býva väčšinou v podobe hliníkovej vane. Absorbér sa vyrába z hliníkového alebo medeného plechu so solárnym lakom alebo selektívnou povrchovou vrstvou, vďaka ktorej sa premieňa slnečné žiarenie na teplo. Teplo sa pokiaľ možno absorbuje v maximálnej miere a stráca v minimálnej miere. Používané sklo musí byť mechanicky odolné (napríklad proti poškodeniu krupobitím). Slnečné žiarenie pri dopade prechádza najprv krycím sklom a potom dopadá na absorbér, v ktorom sa premení energia žiarenia na tepelnú energiu teplotonosnej kvapaliny, ktorá je v kolektore použitá. Podmienkou je aby bolo krycie sklo dostatočne transparentné a časovo stabilné vzhľadom na negatívne vplyvy a zmeny. Často sa používa sklo s nízkym obsahom železa, odolné voči vonkajšiemu poškodeniu. Bežne dostupné ploché kolektory dosahujú účinnosť 50 až 60 %. Vývoj však neustále napreduje a predpokladá sa ďalšie zvyšovanie účinnosti kolektorov. Ploché kolektory sa používajú na prípravu teplej vody ale taktiež na vykurovanie. Kvôli nízkym stratám tepla

a menšiemu počtu spojovacích miest smeruje trend skôr k väčším modulom, ktoré už dokážeme inštalovať priamo do strechy ako môžeme vidieť na obrázku 2.



Obrázok 2 Ploché kolektor

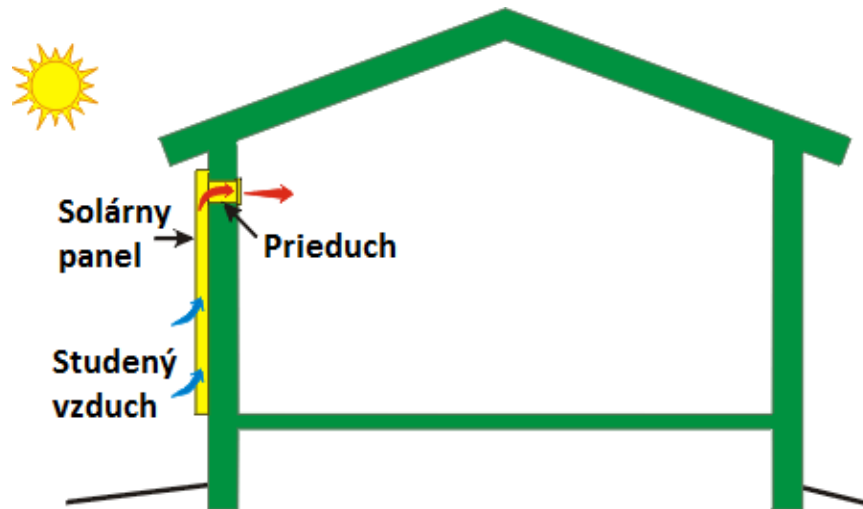
(zdroj: Janíček, 2009)

Ploché vzduchové kolektory

Vzduchové kolektory bývajú umiestnené na strechách alebo stenách budov (viď obrázok 3), v ktorých môžu byť uložené sušené plodiny. Pomocou ventilátora sa z kolektorov odvádza teplý vzduch buď teplovzdušnými potrubiami, alebo dutými stenami do perforovanej podlahy, na ktorej je uložený sušený materiál. Ako absorbér sa využíva čierny plech, pod ktorým prúdi vzduch. Zvýšiť účinnosť dokážeme, ak absorbér prekryjeme sklom a vzduch preháňame pomocou ventilátora nad aj pod absorbérom, čím sa zdvojnásobí povrch prestupu tepla. Podobný efekt dosiahneme, ak použijeme perforovaný absorbér a pohyb vzduchu je poháňaný pomocou ventilátora.

Vzduchové kolektory majú veľkú výhodu oproti kvapalinovým v tom, že cez zimu v nich nemôže zmrznúť vzduch a v lete sa naopak nemôžu prehriať. Tiež sú podstatne lacnejšie, keďže na ich konštrukciu sa dajú použiť lacnejšie materiály. Nevýhodou je však ich nižšia účinnosť, pretože prestup tepla medzi absorbérom a vzduchom je ťažší, ako prestup tepla medzi absorbérom a kvapalinou. Taktiež sa horšie sleduje únik tepla zo systému. Vzduchové kolektory sú vhodné na sušenie dreva, sena, ovocia, zeleniny atď.. Sú preferované hlavne v severných krajinách Európy, kde sa úroda suší

pomerne ťažko pre chladné a vlhké klimatické podmienky, a tieto systémy značne napomáhajú zbaviť suroviny ich vlhkosti. Menej sa používajú na vykurovanie obytných budov. Komerčné využitie je v prípade vzduchových kolektorov obmedzené, keďže v období, keď je potrebné vykurovanie, je minimum slnečného žiarenia a bol by potrebný ešte ďalší zdroj na vykurovanie budovy.



Obrázok 3 Plochý vzduchový kolektor umiestnený na stene budovy
(zdroj: Janiček, 2009)

Ploché a trubicové vákuové kolektory

Ako najlepší tepelný izolant sa v solárnej technike využíva vákuum. Vzduch nad absorbérom sa vysaje – evakuuje, tým sa zníži tepelná vodivosť, a teda aj straty, ktoré by mohli vzniknúť. Vákuové kolektory môžu byť vyhotovené ako ploché alebo trubicové (vid' obrázky 4 a 5). Vákuové kolektory bývajú najčastejšie pre výrobnotechnické dôvody vyhotovené vo forme radu trubíc. Tenký pás absorbéra je pokrytý selektívnou vrstvou, ktorá zvyšuje absorpčnú schopnosť kolektora, je zavesený v sklenej trubici. Táto trubica je tepelne odolná a nepohlcuje takmer žiadne žiarenie. Tepelné straty sa pomocou vákua výrazne redukujú. Vákuum zamedzuje vedeniu tepla, tým pádom aj tepelným stratám vzniknutým prúdením a taktiež stratám spôsobených tepelnou vodivosťou vzduchu. Znížená vodivosť sa prejaví na účinnosti kolektoru najmä v zimnom období, kedy je rozdiel teplôt média a okolia vysoký.

Nevýhodou vákuových kolektorov je nevýhodný pomer medzi cenou a výkonom. Vďaka vákuu na jednej strane dosahujú vyššiu účinnosť a vyššie teploty, na druhej strane sú ale náročnejšie na výrobu a udržanie vákua, a teda sú aj drahšie. Vákuové

kolektory sa využívajú najmä v technologických procesoch s potrebou teplej vody nad 60°C. Ekonomicky výhodné však zatiaľ nie sú ani v danej spomenutej situácii, v niektorých prípadoch sa môžu ekonomicky uplatniť v oblasti zariadení s ešte vyššími teplotami. Komerčné využitie je zatiaľ obmedzené, keďže v období, keď je potrebné vykurovanie, je minimum slnečného žiarenia a potrebovali by sme ešte ďalší zdroj na vykurovanie. Je však možné, že tieto systémy sa v budúcnosti zapracujú do konštrukcie budov, aby znížili ich energetickú náročnosť (Janíček, 2009).



Obrázok 4 Vákuový plochý kolektor

(zdroj: Janíček, 2009)



Obrázok 5 Vákuový trubicový kolektor

(zdroj: Janíček, 2009)

Vákuové trubicové kolektory je možné rozdeliť na:

- kolektory s priamym prúdením,
- kolektory pracujúce podľa princípu tepelnej trubice.

V kolektoroch s priamym prúdením preteká teplotnosné médium od rozdeľovača ku koncu rúry a odoberá teplo z absorbéra, ktorý sa nachádza vo vákuu. Teplotnosné médium potom opäť tečie do zberača. Veľkou prednosťou kolektorov s priamym prúdením je, že nie je potrebný ani minimálny sklon kolektorov.

V druhom prípade hovoríme o kolektoroch, ktoré pracujú na princípe tepelnej trubice. V rúre sa nachádza kvapalina, väčšinou alkohol, ktorá sa odparuje pri nízkej teplote. Alkoholová para stúpa v rúre až na horný koniec, na ktorom je umiestnený malý výmenník tepla. Na výmenníku tepla para kondenzuje a svoje teplo odovzdáva nepriamo teplotnosnému médiu. Odtekajúca kvapalina sa opätovne zohrieva, vyparuje a kolobeh sa začína od začiatku. Aby tento kolobeh fungoval, kolektor musí mať sklon minimálne 30°.

Veľkou prednosťou tohto systému je, že po úplnom vyparení kvapaliny, teda keď sa neuskutočňuje odber tepla, sa kolobeh zastaví, čiže kolektor je vlastnou konštrukciou zabezpečený proti prehriatiu. Často nespomínanou nevýhodou, preukázanou aj v spotrebiteľských testoch, je možné praskanie trubíc a strata vákuua z dôvodu teplotného šoku, ktorý môže nastať v rozpálený letný deň s krátkymi výdatnými zrážkami. Problematické môže byť aj udržanie vákuua po celú predpokladanú životnosť 20 – 30 rokov, najmä kvôli nízkej životnosti tesnení (Janíček, 2009).

Plastové absorbéry na ohrev bazénovej vody

Plastové absorbéry sa často používajú na ohrev bazénovej vody. Majú obmedzenú odolnosť proti tlaku a teplotám. V prípade bazéna býva požadovaná teplota vody len o niekoľko stupňov vyššia ako teplota prostredia. V tomto prípade nie je potrebný kryt, pretože tok tepla z absorbéra do okolia nie je veľký a kryt by uberal príliš veľa slnečnej energie. Plastové kolektory sa skladajú iba z prepojených absorbérov a často sa inštalujú na plochú strechu domu. Vhodnejšie a jednoduchšie je ale riešenie s mierne šikmou strechou. Pretože bazénové absorbéry sú z nehrdzavejúceho materiálu, môžu sa využívať v jednookruhových systémoch, kde chlórovaná voda z bazéna poháňaná obehovým čerpadlom preteká priamo absorbérom. Nie je teda potrebné oddeliť solárny

okruh od skutočne využívanej vody. Ak je k dispozícii filtračné čerpadlo, môže sa použiť v solárnom okruhu za predpokladu, že je dostatočný výkon čerpadla. Kolektory z umelých hmôt sú v prevádzke len v letnej polovici roka a je potrebné vyprázdniť ich pred prvými mrazmi. Absorpčná plocha má byť 50 – 100 % z povrchovej plochy vyhrievaného bazéna vid' obrázok 6 (Janíček, 2009).



Obrázok 6 Plastové absorbéry na ohrev bazénovej vody

(zdroj: Janíček, 2009)

Koncentrujúce kolektory

Na rozdiel od plochých kolektorov koncentrujúce kolektory sústreďujú slnečné žiarenie na malú plochu, čím dosahujú väčšiu koncentráciu energie. Koncentrujúce kolektory dosahujú účinnosť až 90 % a teplota teplotonosného média môže byť 800 °C. Slnečné žiarenie sa sústreďuje na absorpčnú plochu buď pomocou zrkadiel, alebo pomocou šošovkového systému. Absorbér je tvorený potrubím, ktoré je izolované od vonkajšieho prostredia vákuovou trubicou. Nevýhodou koncentrujúcich kolektorov je, že sa musia natáčať za slnkom a takmer vôbec nevyužívajú difúzne žiarenie. Šošovkové systémy sa hlavne pre ich vysokú cenu v praxi takmer nevyužívajú. O to častejšie sa používajú parabolické zrkadlá, ktoré odrážajú slnečné žiarenie buď do jedného bodu – ohniska, alebo do priamky. Reflektory sa vyrábajú napríklad z leštených kovov, postriebreného skla alebo z fólie s vrstvou hliníka. Na podobnom princípe sú konštruované slnečné elektrárne. Využitie nachádzajú najmä v priemysle, v podmienkach Slovenska zatiaľ uplatnenie nemajú (Janíček, 2009).

Koncentrujúce kolektory využívajú odrazové plochy, šošovky a ďalšie optické prvky na presmerovanie a koncentráciu slnečného žiarenia, ktoré prechádza cez otvor do absorbéra, do vopred určeného miesta alebo bodu. Príkladom sú fototermálne elektrárne, ktoré využívajú zrkadlá alebo iné systémy na koncentráciu slnečného žiarenia. Získané teplo sa použije na ohrev média, ktoré poháňa generátor elektrickej energie. Používanými druhmi kolektorov sú:

- **líniový kolektor** - koncentruje slnečné žiarenie v jednej rovine, pričom vytvára líniové ohnisko,
- **parabolický korýtkový kolektor** – je líniový kolektor koncentrujúci slnečné žiarenie pomocou cylindrického reflektora (v reze má parabolický tvar),
- **bodový kolektor** – v podstatnej časti koncentruje slnečné žiarenie do jedného bodu,
- **parabolický miskový kolektor** – je bodový kolektor, reflektor má v tvare parabolickej misky,
- **nezobrazujúci kolektor** – koncentruje slnečné žiarenie do relatívne malého prijímača bez prenosu slnečného žiarenia do ohniska, to znamená bez vytvorenia obrazu slnka na prijímači,
- **fazetový kolektor** – využíva mnoho odrazových prvkov na koncentráciu slnečného žiarenia na malú plochu alebo pozdĺž predĺženého pásma,
- **fresnelov kolektor** – využíva Fresnelove šošovky na sústredenie slnečného žiarenia na prijímač (STN EN ISO 9488, in Janíček, 2009).



Obrázok 7 Líniové koncentrujúce kolektory

(zdroj: Janíček, 2009)

1.1.2 Príslušenstvo solárnych kolektorov

Nosná konštrukcia – každý solárny kolektor je potrebné osadiť na konštrukciu, tá sa najčastejšie zhotovuje z ocele s povrchovou úpravou odolnou voči vonkajším vplyvom. Pri konštrukciách vyšších nad 20 m a pri rozsiahlych konštrukciách je potrebné vypracovať projekt so statickým výpočtom. Pre vyššie využitie solárneho kolektoru sa môžu využiť aj konštrukcie automaticky sa natáčajúce za slnkom počas celého dňa.

Zásobník tepla – snečný kolektor a zásobník tepla určujú cenu solárneho systému a preto je potrebné dimenzovať plochu kolektorov a objem zásobníka tepla. Ak sa kolektor a zásobník nadimenzuje tak, aby teplá úžitková voda postačila na 2 – 3 po sebe idúce nesnečné dni, je možné ušetriť až 70 % energie na prípravu teplej úžitkovej vody v domácnosti. V solárnych systémoch je vhodné používať solárne bojler, ktoré sú stojaté, s výmennou plochou v spodnej časti a s prípadným elektrodohrevom alebo výmennou plochou pre prihrievanie zo systému ústredného kúrenia v hornej časti bojlera. Dôležitá je tepelná izolácia a vnútorná antikoročná úprava bojlera.

Ak sa solárny systém inštaluje už do existujúceho objektu, je výhodné zapojiť solárny bojler (ako doplnkový) s pôvodným v sériovom zapojení.

Obehové teplovodné čerpadlo – zabezpečuje transport teplonosnej kvapaliny medzi kolektormi a výmenníkom tepla. Kolektory s počtom trubíc do 8 kusov majú tlakovú stratu 3 kPa, čomu vyhovuje takmer každé obehové teplovodné čerpadlo. Podmienkou je ale odolnosť tesnení voči použitým roztokom.

Spätná klapka – je do solárneho systému inštalovaná na zamedzenie cirkulácie kvapaliny v protismere.

Spojovacie potrubie – primárneho okruhu musí byť nadimenzované na teploty 180 °C a tlak podľa použitého poistného ventilu. Dôležitá je taktiež svetlosť potrubia, ktorá závisí od jeho dĺžky a počtu kolektorov. Nesmú sa používať plastové potrubia, pretože nevyhovujú požadovaným teplotám a tlakom.

Izolácia potrubia – na izoláciu potrubia platia rovnaké požiadavky, ako pre izoláciu akéhokoľvek teplovodného potrubia. Rozdiel je v požiadavke na vonkajšiu časť izolácie. Tá musí odolávať vonkajším podmienkam, navlhnutiu a ultrafialovému žiareniu. Odporúča sa používať izolácie na báze minerálnych látok

požadovaných vlastností (napríklad z jemných sklenených vlákien s hydrofóbnou úpravou).

Odvzdušňovač – sa využíva na odvzdušnenie solárneho systému pri plnení a na odvedenie vzduchu, ktorý sa postupne uvoľňuje z teplonosnej látky vplyvom zahrievania. Na odvzdušnenie systému je možné použiť ručný odvzdušňovací ventil, odvzdušňovaciu nádobu s ručným výpustným ventilom alebo vhodný automatický odvzdušňovač. Negatívnymi dôsledkami prítomnosti vzduchových bublín v systéme je zníženie účinnosti solárneho zariadenia pre znížený prietok, zlý prestup tepla v kolektoroch a v tepelnom výmenníku, urýchlenie korózných procesov s čím súvisí aj zníženie životnosti zariadenia a poškodenie obehového čerpadla.

Expanzná nádoba – sa spolu so solárnym zariadením montuje zásadne ako uzavretý systém. Projektovanie expanznej nádoby závisí od celkového objemu kvapaliny v zariadení a od výkonu zdroja tepla. V solárnych systémoch je vhodné použiť expanzné nádoby s vyšším pracovným tlakom, čím je zariadenie menej náchylné na zavzdušnenie.

Poistný ventil – navrhuje sa na základe maximálneho pracovného tlaku kolektorov alebo expanznej nádoby.

Elektronický regulátor – má za úlohu v jednookruhových systémoch zopnúť obehové čerpadlo vždy, keď je teplota v kolektore vyššia o 5 °C od teploty v zásobníku. Regulátor viacokruhových systémov má okrem toho za úlohu ovládať trojcestné ventily, ktoré prepínajú okruhy jednotlivých spotrebičov medzi sebou. Každý regulátor je dodávaný so senzormi snímajúcimi teplotu. Kvôli bezpečnosti ich preto môže inštalovať iba certifikovaný elektrikár.

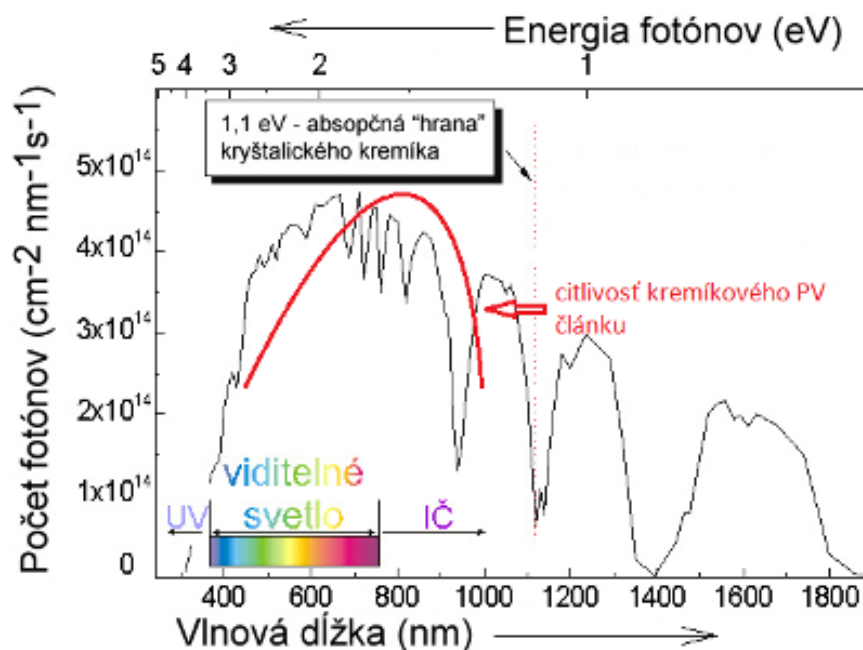
Teplonosná kvapalina – podľa hygienických predpisov sa môžu používať iba nemrznúce, antikorózne a zdravotne nezávadné kvapaliny bez obsahu fosfátov, amínov či dusitanov. Príkladom sú kvapaliny na báze propylénglykolu. Nesmú sa používať kvapaliny na báze etylénglykolu.

K príslušenstvu solárnych kolektorov patria aj **trojcestný ventil**, **filter** (zachytáva nečistoty hlavne pri montáži), **tlakomer** (dôležitý pri spúšťaní systému a jeho kontrole počas prevádzky) a **teplomer** (montuje sa do potrubia od kolektora k bojleru). Teplomer, filter a tlakomer ale nie sú bezpodmienečne nutné prvky solárneho systému.

1.2 Fotovoltaika

Začiatky fotovoltaiky siahajú do roku 1839 kedy Becquerel objavil fotovoltaický jav na elektrochemických článkoch. Rýchlejší rozvoj však začal až v 50.tych rokoch minulého storočia. Ako prvé boli použité kremíkové panely na americké vesmírne zariadenie Vanguard I. a na ruský Sputnik. Vo vesmírnej technológii sa dodnes používajú solárne fotovoltaické panely. Rozhodujúcim impulzom na vývoj fotovoltaických systémov bola v 70.tych rokoch energetická kríza, ktorá pomohla aby sa fotovoltaické systémy dostali z vesmíru na zem. Fotovoltaické články predstavujú v dnešnej dobe jeden z najvyšších vstupných nákladov, ale na druhej strane majú veľký potenciál ďalšieho technologického rozvoja a sústavného znižovania nákladov na výrobu.

Fotovoltaika je oblasť, ktorá sa zaoberá priamou premenou energie slnečného žiarenia na elektrickú energiu (Janiček, 2009). Na obrázku číslo 8 môžeme vidieť spektrum slnečného žiarenia po prechode atmosférou a citlivosť kremíkového článku.



Obrázok 8 Spektrum slnečného žiarenia po prechode atmosférou

(zdroj: Libra - Poulek, 2005)

Od začiatku vývoja fotovoltaických článkov je ich základným stavebným prvkom polovodičový kremík postupne v monokryštalickej, polykryštalickej a amorfnej podobe. Spektrum materiálov a štruktúr sa však neustále zväčšuje, čím vytvára stále nové a nové možnosti pre výskum a vývoj. Vývoj napreduje aj v oblasti účinnosti premeny

slnečného žiarenia na elektrickú energiu. Momentálne je účinnosť okolo 40 %, čo však nie je postačujúce percento. Teoreticky sa dá účinnosť dosiahnuť až do 90 %. Pri navrhovaní fotovoltaiického kolektoru je potrebné rozhodnúť sa akú bude mať účinnosť, pretože sa to odzrkadľuje na cene kolektoru. Keďže chceme aby sa kolektory dostali k verejnosti, treba brať ohľad na finančné možnosti ľudí, ktorí majú o tieto technológie záujem, ale taktiež sa snažiť prinášať im stále kvalitnejšie kolektory.

Pri konštruovaní fotovoltaiických kolektorov treba brať do úvahy, že slnečný generátor produkuje elektrickú energiu iba ak naň dopadá slnečné žiarenie, je teda priamo úmerné intenzite dopadajúceho žiarenia. Ako sme už spomenuli, je to nevýhoda v zimných mesiacoch a v noci. Keďže napríklad na svietenie sa spotrebuje najviac elektrickej energie v noci – kedy nedopadá žiadne slnečné žiarenie na kolektor – je potrebné uskladňovať energiu do opakovateľne nabíjateľných batérií, používať iný generátor, prípadne podporiť činnosť verejnou sieťou elektrickej energie. Výhodou elektrickej energie vyprodukovanej fotovoltaiickým kolektorom je jej jednosmerný prúd, ktorý sa jednoduchšie napája do elektrickej siete.

Tabuľka č. 1 Rozdelenie fotovoltaiických kolektorov podľa výkonu (Janiček, 2009)

	Výkon	Využitie
Najnižší výkon	niekoľko wattov	Kalkulačky, hračky, hodiny
Nízky výkon	niekoľko wattov	Nabíjačky malých batérií, napájanie meracích prístrojov, svetelných zdrojov
Autonómne zdroje stredného výkonu	50 W – 5 kW	Osamote stojace domy, telekomunikačné a dopravné zariadenia
Zdroje stredného výkonu napojené na verejnú sieť	do 5 kW	Panely na strechách domov
Autonómne zariadenia veľkého výkonu	do 100 kW	Napájanie malých verejných sietí (napr. na ostrove)

Zdroje veľkého výkonu napojené na sieť	niekoľko MW	Napojenie na verejnú sieť
---	-------------	---------------------------

Výhodou fotovoltaických článkov je ich tichá a bezpečná prevádzka, články nepotrebujú palivo a teda ani neprodukurujú emisie a nevyžadujú takmer žiadnu údržbu.

Naproti tomu ich veľkou nevýhodou je vysoká počiatková cena a nestabilná výroba elektrickej energie.

1.2.1 Fyzikálna podstata fotovoltaickej premeny

Najbežnejšie sa používajú na premenu energie elektromagnetického žiarenia polovodičové fotovoltaické články na báze kryštalického kremíku. Fyzikálnu podstatu preto vysvetlíme práve na nich.

Polovodiče delíme podľa typu nosiča náboja na vlastné (intrinsické) a prímiesové. Prímiesové polovodiče môžu byť:

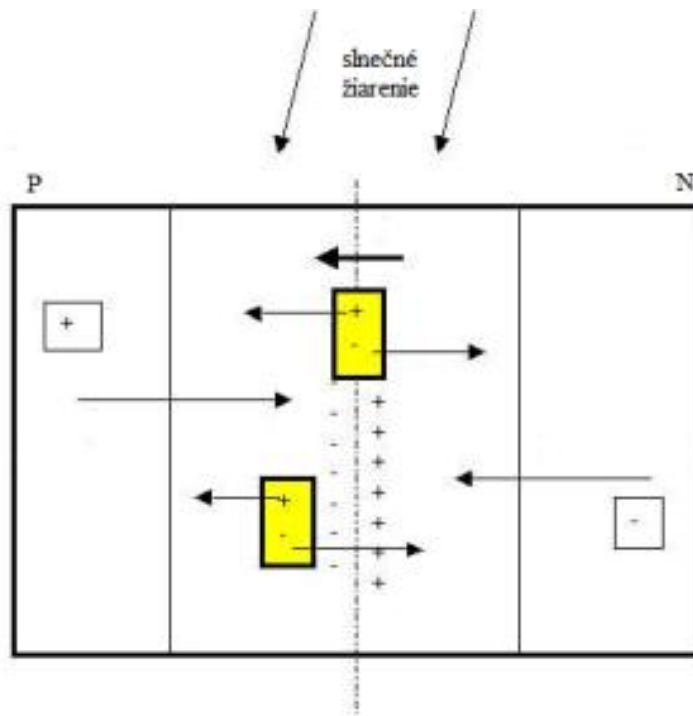
- **typu P**, kedy sú nositeľmi náboja diery, ktoré sa chovajú ako častice s kladným nábojom,
- **typu N**, kedy sú hlavným nositeľom nábojov elektróny.

Atóm kremíku obsahuje štrnásť elektrónov v kryštalickej štruktúre, takže každý atóm kremíku je obklopený štyrmi najbližšími susedmi. Posledné štyri valenčné elektróny vytvárajú s týmito susedmi kovalentné väzby. Energia voľného elektrónu v kryštále kremíka nadobúda iba určité hodnoty v dôsledku pohybu v poli periodického potenciálu. Tieto hladiny energie sú rozdelené do pásov nazvaných pásy dovolených energií, ktoré sú oddelené pásmi zakázaných energií. Vo fotovoltaike sú dôležité tri pásy a to:

- **valenčný pás** – pozostáva z energetických stavov valenčných elektrónov, pretože je ich rovnaký počet ako valenčných elektrónov, budú všetky obsadené,
- **pás zakázaných energií** – nasleduje po valenčnom páse a v tomto páse nemôže mať žiadny elektrón energiu zodpovedajúcu tomuto pásu,
- **vodivostný pás** – nasleduje po páse zakázaných energií, jeho stavy za veľmi nízkych teplôt nie sú obsadené.

V najnižšom energetickom stave obsadzujú valenčné elektróny všetky hladiny valenčného pásu a tak nemôžu sprostredkovať vedenie elektrického prúdu. Až dodaním svetelnej (fotónovej) energie niektoré elektróny prejdú do vodivostného pásu. Valenčný aj vodivostný pás sa tak stanú čiastočne obsadenými, čo sa prejaví tak, že tieto elektróny uvoľnia vo valenčnom pásu energetické hladiny a obsadia hladiny s vyššou energiou vo vodivostnom pásu. Tým sa stanú elektrónmi, ktoré môžu sprostredkovať vedenie elektrickej energie.

Prestupom elektrónov z valenčného pásu do vodivostného, vznikajú tzv. diery. Diera je prázdne miesto po elektróne, ktoré sa chová ako častica s kladným nábojom a inou hmotnosťou ako má voľný elektrón. Keďže majú voľné elektróny záporný náboj, menia svoje miesta a zaplňajú diery. Posúvať sa môžu elektróny z vedľajších atómov, alebo v nich uviaznu voľné elektróny, ktoré sa presunú späť z vodivostného pásu. Na obrázku č. 9 je znázornený vznik fotoelektrického napätia na štruktúre P-N a prechod voľných elektrónov.



Obrázok 9 Vznik fotoelektrického napätia na štruktúre P-N

(zdroj: Janíček, 2009)

Prímesové polovodiče typu N fungujú na princípe nahradenia niektorých atómov kremíka atómami piatej skupiny Mendelejovej periodickej tabuľky prvkov (napríklad antimónom, fosforom alebo arzénom), ktoré majú valenčných elektrónov päť, z ktorých sú štyri viazané kovalentnou väzbou s atómami kremíka ale piaty je viazaný k prímesi iba slabo. Preto dodaním relatívne malého množstva energie sa piaty elektrón odtrhne a prejde do vodivostného pásu.

V prímesových polovodičoch typu P ide o nahrádzanie atómov kremíku atómami tretej skupiny Mendelejovej periodickej tabuľky prvkov (napríklad bórom, hliníkom alebo gáliom). Tieto prímesi obsahujú iba tri valenčné elektróny čo znamená, že jedna väzba týchto atómov nebude zaplnená a bude sa správať ako diera. Vplyvom tepelnej energie sa môže do diery dostať elektrón z vedľajšieho atómu kremíka a diera sa môže pohybovať kryštálom.

Ak časť kryštálu odpovedá polovodiču typu P a jeho susedná časť typu N, vzniká strmý prechod PN, kde časť voľných elektrónov prejde z oblasti typu N do oblasti typu P a časť dier v opačnom smere z oblasti typu P do oblasti typu N. Náboje pevne viazané ionizovanými prímesami vytvoria oblasť priestorového náboja a medzi nimi vznikne elektrické pole. Aj keď je systém v rovnovážnom stave, v skutočnosti je v stave dynamickej rovnováhy, to znamená že v celom objeme polovodiča neustále dochádza ku generovaniu a rekombinácii elektrónov a dier. Cez prechod PN teda neustále tečú elektrické prúdy oboma smermi. Bez prídania vonkajšieho napätia sú ale prúdy v oboch smeroch vyrovnané a navonok sa neprejavia. Prídaním vonkajšieho napätia a uzavretím elektrického obvodu nastane porušenie rovnováhy a dochádza tak k fotovoltickej premene energie.

K fotovoltickej premene energie dochádza v polovodičových fotovoltických článkoch, kde sa dopadajúca energia fotónov mení na elektrickú energiu. V podstate ide o veľkoplošnú diódu, kde je prechod PN orientovaný kolmo k čelnej ploche medzi prednou a zadnou stranou. Ak na fotovoltický článok dopadajú fotóny s väčšou energiou ako je energia zakázaného pásu, tieto fotóny generujú páry elektrón – diera. Takto odovzdávajú svoju energiu a pohlcujú sa. Medzi opačnými **pólmi** polovodičového článku sa objaví elektrické napätie, ktoré po zapojení do elektrického obvodu tečie obodom ako jednosmerný prúd. Polovodičový článok sa tak stane zdrojom elektrickej energie.

1.3 Selektívny absorbér – selektívne povrchy

Od absorpčnej časti povrchu solárnych panelov vyžadujeme, aby bola ich schopnosť absorbovať dopadajúce žiarenie čo najvyššia. Mierou absorpcie je jej koeficient a uchovanie absorbovanej energie, teda nízka emisivita. Nastavenie pomeru absorpcie a emisivity pre určené pracovné teploty závisí od spôsobu využitia tepelných kolektorov (napr. desiatky stupňov pre kolektory na ohrev úžitkovej vody alebo stovky stupňov v slnečných elektrárňach). Vzhľadom na dlhodobé využívanie solárnych kolektorov je dôležitá materiálová stabilita najmä pri zvýšenej teplote. Okrem schopnosti čo najdokonalejšie absorbovať slnečné žiarenie a nízkej emisivity, je odrazivosť kvantifikovaná koeficientom odrazu. Povrch absorbéra má teda zároveň požadované antireflexné vlastnosti.

Emisivita je vlastnosť povrchu, ktorá závisí od štruktúry povrchu, materiálu, vrstiev prítomných na povrchu (oxidy). Jej zníženie sa dosahuje výberom vhodného filmu na povrchu. Dôležitým je druh materiálu filmu ako aj kombinácia základného materiálu a filmu. Tenké filmy na povrchu replikujú štruktúru povrchu základného materiálu. Pri meraní vrstiev vhodných na zníženie emisivity je dôležité merať emisivitu vrstvy, samotného substrátu a kombinácie substrát – vrstva. Niektoré materiály nízkoemisných vrstiev sú stabilné aj pri vysokých teplotách, ale na druhej strane iné prechádzajú rôznymi premenami ako je napríklad oxidácia. Pri návrhu treba vziať do úvahy aj túto vlastnosť nízkoemisných vrstiev. Nízku emisivitu a vysoký koeficient absorpcie môže vykazovať aj absorbér (Janiček, 2009).

Druhy a možnosti nízkoemisných vrstiev:

Intrinzičný absorbér – selektivita je intrinzičná vlastnosť materiálu. Optická efektívnosť je obvykle nižšia. Známe sú kovové absorbéry ako volfrám, molybdén, oxidové materiály SiO, SiO₂, Al₂O₃ alebo fluoridy MgF₂, SrF₂. Niektoré majú aj antireflexné vlastnosti.

Dvojvrstva polovodič - kov – polovodiče sa vyberajú podľa šírky energetickej medzery od zhruba 0,5 eV do 1,26 eV. Vhodným technologickým postupom sa dá dosiahnuť vysoká poréznosť (napr. pri kremíku leptaním) a antireflexné vlastnosti.

Multivrstvový absorbér – každá vrstva (vrstvy sa môžu viacnásobne opakovať) štruktúry má svoju funkciu. Hrúbky jednotlivých vrstiev sa ladia tak, aby sa vzhľadom na index lomu a vlnové dĺžky dopadajúceho žiarenia dosiahla vyhovujúca reflektivita, transmisia a emisia. Pri návrhu sa s výhodou používa počítačová simulácia.

Kompozit kov - dielektrikum – vrstva pozostáva z jemných kovových častíc v dielektrickej alebo keramickej matrici, alebo vrstva je pórovitý oxid impregnovaný kovom. Vysoká absorpcia je buď intrinzičná vlastnosť, alebo sa dosahuje vhodnou geometriou. Príkladom je hliníkový absorbér s vrstvou porézneho oxidu na povrchu. Póry sú impregnované iónmi kovu ako nikel, vanád, chróm a meď. Povrch takéhoto absorbéra je vhodné doplniť antireflexnou vrstvou.

Texturizácia povrchu – spektrálna selektivita sa dosiahne úpravou geometrickej štruktúry – mikromorfologie povrchu. V zdrsnených povrchoch je efektívnosť **absorpcie** vyššia.

Povlak prepúšťajúci žiarenie na substráte, ktorý odpovedá čiernemu telesu – používa sa pre nízko teplotné ploché kolektory. Transparentná vrstva je napríklad SnO_2 , vysoko dopovaná fluórom. Absorbér je čierny email alebo smalt (Janíček, 2009).

Absorbéry sa podľa pracovnej teploty rozdeľujú na:

- nízko teplotné do 100 °C,
- na stredné teploty 100 °C – 400 °C,
- vysoko teplotné nad 400 °C.

Pri akejkoľvek teplote je potrebná dlhodobá stabilita použitých materiálov vzhľadom na ich optické vlastnosti. Použitými technologickými postupmi môžu byť jednoduché nátery ale aj viac-menej komplikované depozičné techniky. (Janíček, 2009, 33 strana)

1.4 Využitie solárnych systémov

Pre domácnosti sú hlavnými výhodami využívania solárnych systémov prevažne finančné úspory, aj napriek vysokým vstupným nákladom, ale aj energetická samostatnosť. V dnešnej dobe nie sú výpadky energie veľmi časté, takže energetická nezávislosť sa nevytvára iba z tohto dôvodu. Vytvára sa aj pre rýchlu návratnosť vstupných investícií do solárneho systému a prístupu k slnečnému žiareniu kdekoľvek. To znamená, že je najprístupnejším riešením energetickej samostatnosti alebo zníženiu spotreby energie z vonkajších sietí.

Príprava teplej úžitkovej vody prostredníctvom fototermálnych kolektorov

V našich klimatických podmienkach môžeme rozmýšľať o týchto typoch slnečných systémov s kvapalinovými kolektormi:

- sezónny ohrev úžitkovej vody (spravidla letný),
- celoročný ohrev úžitkovej vody,
- kúrenie s dlhodobou akumuláciou tepla alebo prikurovanie bez akumulácie tepla.

Optimálnym riešením pre celoročnú prípravu teplej úžitkovej vody sa javia ploché slnečné kolektory so selektívnou konverznou vrstvou (pre ich ideálne investičné náklady).

V prípade solárneho prikurovania budov alebo ohrevu bazénovej vody aj v zimnom období majú svoje opodstatnenie aj drahšie vákuové kolektory. Významnejší výrobcovia slnečných kolektorov ponúkajú záujemcom na prípravu teplej úžitkovej vody ucelené zostavy. Podľa požadovaného množstva teplej úžitkovej vody sa dá z tabuliek dodaných výrobcom v dokumentácii určiť optimálna veľkosť solárneho zásobníka, ale aj ostatné príslušenstvo. Aj napriek tomu sa odporúča zveriť návrh a montáž aj tohto typu solárneho zariadenia skúsenej montážnej firme, ktorá poskytne investorovi záruky na funkčnosť a prevádzkovú spoľahlivosť celého solárneho systému. Navyše pomôže investorovi nájsť optimálne umiestnenie kolektorov tak, aby sa zabezpečil nielen ich maximálny výkon, ale aj aby vhodne doplnili architektúru celej stavby. Solárne zariadenia na prípravu teplej úžitkovej vody sa navrhujú relatívne jednoducho. Vychádza sa z toho, že spotreba teplej úžitkovej vody je počas celého roka konštantná a plocha slnečných kolektorov sa približne dimenzuje na pokrytie plánovaných potrieb teplej úžitkovej vody v letnom polroku. V praxi sa návrh veľkosti solárneho zariadenia robí tak, že maximálny solárny príkon v lete a tomu odpovedajúce množstvo pripravenej teplej úžitkovej plochy nepresahuje o viac ako 10 % z plánovanej dennej spotreby teplej úžitkovej vody pri maximálne dvojdennej akumulácii tepla. Vďaka nižšej hustote teplejšej vody v hornej časti zásobníka sa táto prakticky nemieša so studenšou zo spodnej časti zásobníka a užívateľ má k dispozícii aj v obdobiach s nižšou intenzitou slnečného žiarenia dostatok teplej úžitkovej vody v požadovanej teplote. Ekonomicky prijateľným spôsobom môžeme slnečnými kolektormi v ročnom priemere ušetriť 50 až 70 % energie potrebnej na prípravu teplej úžitkovej vody. Podiel

solárnej energie je samozrejme možné aj zvýšiť, ale potom investičné náklady za jednotku získaného tepla rastú exponenciálnym spôsobom.

Chýbajúca časť solárneho príkonu v okrajových mesiacoch roka sa zabezpečuje ďalším výmenníkom tepla napájaným z ústredného kúrenia alebo elektrickou odporovou špirálou, prípadne oboma súčasne. V spodnej časti solárneho zásobníka je umiestnený výmenník spojený so slnečnými kolektormi, ktorý aj v obdobiach nízkej intenzity slnečného žiarenia zabezpečí aspoň predohrev teplej úžitkovej vody a tak znižuje energetickú spotrebu doplnkového energetického zdroja. Problém solárneho prikurovania a veľkých prebytkov tepla v lete možno efektívne využiť na ohrev vody v bazéne (Janíček, 2009).

Prikurovanie pomocou fototerálnych kolektorov

Veľkosť kolektorového poľa a teda aj jeho výkon musí byť podstatne väčší ako v prípade prípravy iba teplej úžitkovej vody. Napriek tomu aj v prípade väčšej inštalovanej plochy kolektorov je potrebný doohrev teplej úžitkovej vody v zime, pretože nízka intenzita slnečného žiarenia a nízke teploty okolia ani pri veľkom solárnom zariadení nemusia zaistiť potrebné množstvo teplej úžitkovej vody v požadovanej teplote. Rozdielové množstvo tepla musí poskytnúť iný energetický zdroj aj pri príprave teplej úžitkovej vody. Solárne prikurovanie môže pozitívne ovplyvniť nízkoteplotný vykurovací systém podlahového alebo stenového kúrenia. Ak sa teplota vykurovacej vody na spiatocke z klasických radiátorov pohybuje medzi 40 až 60 °C, zo stenového alebo podlahového vykurovacieho systému môže byť pri porovnateľnom tepelnom výkone 25 až 30 °C. Je samozrejme, že slnečné kolektory môžu potom v zimnom období pracovať pri nižších stredných teplotách a teda menších tepelných stratách a využívať tak efektívnejšie aj nízke intenzity slnečného žiarenia. Technické prevedenie sa rieši optimalizáciou kolektorového poľa tzv. kombizásobníkmi tepla. Sú to vertikálne nádrže obvykle s objemom 500 až 1000 l. Často sú konštruované tak, že v nich po výške dochádza k stratifikácii (vrstveniu) tepla získaného zo solárneho zariadenia. V hornej polovičke nádrže je obvykle umiestnený doohrev z kotla ústredného kúrenia, elektrický doohrev prípadne oboje. V najvyššom mieste, ktoré je zároveň aj najteplejšie, sa odoberá teplá voda do výmenníka, kde sa protiprúdny spôsobom ohrieva teplá úžitková voda. Príslušné obehové čerpadlo sa spúšťa počas odberu teplej úžitkovej vody. Toto riešenie má i tú výhodu, že teplá úžitková voda

sa spotrebováva bezprostredne po jej ohreve, čo bráni, aby sa tam rozmnožili zdravíu škodlivé baktérie. Z nižšieho horizontu zásobníka sa odoberá teplá voda do vykurovacieho systému domu. Sú známe aj iné konštrukčné vyhotovenia kombizásobníkov tepla, avšak spôsobom ich činnosti sa príliš nelíšia (Janíček, 2009).

Jedným z najčastejších problémov je prehriatie zariadenia. Teploty nad 220 °C spôsobujú rýchly rozpad nemrznúcej zmesi používanej v systémoch najčastejšie, ktorá môže spôsobiť celkové zlyhanie solárneho systému. Ďalším problémom je prehriatie pary. Tie prenikajú do palivového obvodu počas stagnácie a ničia tak rôzne komponenty solárneho systému. Problémom je taktiež zastavenie obehového čerpadla spôsobené výpadkom elektrickej energie alebo inej poruchy. Kvôli týmto a iným problémom sa vyvinuli tzv. systémy so spätným odtokom.

Technológia spätného odtoku prichádza s novým riešením problému prehrievania a ochrane teplonosnej kvapaliny pred pôsobením tepla pri stagnácii. Solárne systémy tohto typu majú vlastný vnútorný bezpečnostný mechanizmus, ktorý spočíva vo využití samoodvodňovacieho účinku pri stagnácii. Solárny okruh je väčšinou naplnený vzduchom a iba malé percento tvorí teplonosná kvapalina. Tento pomer zabezpečí, že pri presiahnutí určitej teploty začne čerpadlo tlačiť kvapalinu do vrchnej časti kolektoru. Tým sa vytlačia vzduch do akumuláčnej nádoby a kvapalina v systéme cirkuluje. Po zastavení čerpadla, kvapalina samospádom klesá naspäť do akumuláčnej nádoby a vzduch sa vracia do vyšších miest kolektoru. Pre čo možno najnižšie znehodnotenie teplonosnej kvapaliny sa využíva voda. Tu je ale podmienkou, aby bolo zariadenie mimo dosahu mrazu, čo je veľmi ťažké na našom území. Preto sa využívajú rôzne zmesi s nemrznúcou látkou.

Solárne chladenie

Tretou a stále viac využívanou možnosťou využitia solárnych systémov je solárne chladenie. Je založené na využití tepelnej energie získanej solárnymi kolektormi, na pohon chladiacich zariadení. Pre chladiace systémy sa najčastejšie využívajú vákuové kolektory pre ich celkovú efektívnosť. Systém pozostáva z typického fototermálneho systému. Ten je ale doplnený o chladiaci stroj. Chladiaci proces sa uskutočňuje v časti systému s nízkymi teplotami. Aby bol systém chladenia spoľahlivý, je potrebné aby bol napájaný aj záložným zdrojom tepla. Nevýhodou

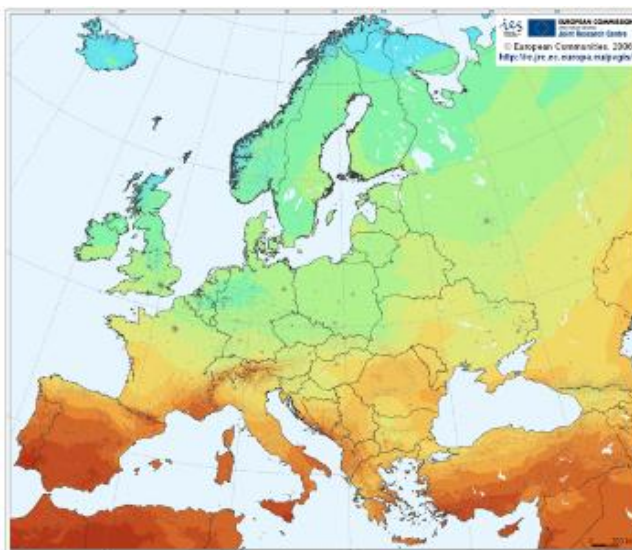
chladiacich systémov je ich veľkosť. V dnešnej dobe sa nevyrábajú malokapacitné zariadenia a preto je ďalšou nevýhodou ich obstarávacia cena.

Absorpčný chladič je najčastejšie využívaný typ chladiča. Je niekoľko druhov absorpčných chladičov, najčastejšie sa ale používa okruh s chladivom - roztokom $H_2O/LiBr$ alebo okruh iba s vodou. Rozvoj zaznamenáva chladiaci systém s tuhohátkovým absorpčným médiom, kde sorbent je oxid kremíka a na chladenie slúži voda. Zatiaľ sa využíva málo pre jeho veľké rozmery. Aj napriek tomu je to ale jednoduchý a nenáročný systém.

Chladenie prebieha tak, že sa vo výparníku odparuje chladiaca voda pri veľmi nízkom tlaku. Vyparená voda sa absorbuje do absorbéru, ktorý má vnútorné chladenie pre čo najvyššiu účinnosť chladenia. Do generátora sa prečerpáva chladiaca zmes a nakoniec skondenzuje v kondenzačnom prvku (Janíček, 2009).

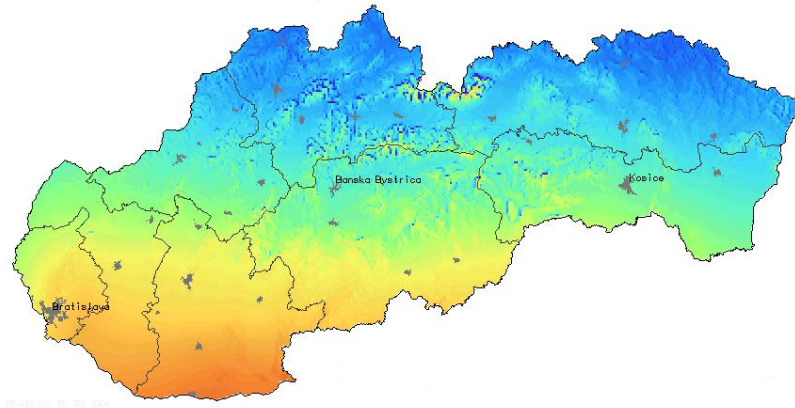
Využitie fotovoltaiiky

Fotovoltaiika má vo svete široké využitie a to isté platí aj na Slovensku. Slovensko sa nachádza v pásme kde sú priaznivé podmienky pre využívanie solárnych systémov. Patríme ku krajinám v strednom pásme intenzity slnečného žiarenia (obrázok 10), ale aj na našom území sú miesta s intenzívnejším slnečným žiarením (obrázok 11) a preto na niektorých miestach je využívanie slnečných kolektorov efektívnejšie ako na iných.



Obrázok 10 Množstvo dopadajúceho slnečného svitu na európske krajiny

(zdroj: Janíček, 2009)



Obrázok 11 Množstvo dopadajúceho slnečného svitu na Slovensko

(zdroj: Janíček, 2009)

Fotovoltaické články využívame v rôznych veľkostiach a v rôznych oblastiach. Uplatnili sa vo výrobkoch každodenného použitia ako sú hračky, hodiny, kalkulačky, svetelné zdroje, nabíjačky, ale aj ako zdroje väčšieho zdroja elektrickej energie ako napríklad pre napájanie samostatne stojacich domov, telekomunikačných zariadení, dopravných strojov (lode, bicykle, autá). Najčastejšie sa využívajú fotovoltaické články vo forme solárnych panelov pre zníženie spotreby elektrickej energie v domácnostiach. V súčasnej dobe sa začínajú využívať solárne kolektory ako autonómne zariadenia veľkého výkonu na napájanie malých verejných sietí (napríklad na ostrovoch, v jednotlivých mestách alebo obciach) ale aj ako zdroje veľkého výkonu napojené na sieť. Stavajú sa solárne elektrárne, ktoré majú výkon niekoľko MW.

1.4.1 Štátna dotácia na slnečné kolektory

Slovensko ako podporu rozvoja obnoviteľných zdrojov energie poskytuje súkromným osobám (ktoré nepodnikajú) dotáciu na solárne kolektory. Domácnosti, ktoré majú záujem o inštaláciu slnečných kolektorov, môžu získať dotáciu na kúpu zariadení z **Programu vyššieho využitia biomasy a slnečnej energie v domácnostiach** (program je určený výlučne pre rodinné domy a bytové domy). Program, ktorý schválila vláda Slovenskej republiky v rámci súboru opatrení na zmiernenie následkov hospodárskej krízy a v súvislosti s napĺňaním cieľov Stratégie vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR v oblasti výroby tepla z biomasy a slnečnej energie, nadobudol účinnosť 20. apríla 2009. Na program bolo

pôvodne vyčlenených 8 miliónov € a pre rok 2011 je vyčlenených 2 675 200 €. Od roku 2009 získalo 2413 prijímateľov pomoc v celkovej hodnote 2 357 611,40 €.

Na základe vyjadrenia Ministerstva hospodárstva SR upozorňuje Slovenská inovačná a energetická agentúra záujemcov o dotácie, že žiadosti o dotácie ktoré neboli posúdené odbornou komisiou v roku 2010, budú posudzované už podľa pripravovaného zákona o poskytovaní dotácií v pôsobnosti Ministerstva hospodárstva SR. Účinnosť daného zákona sa predpokladá od 1. 5. 2011. Aj napriek pripravovaným zmenám v zákone môžu domácnosti naďalej žiadať o dotácie (www.economy.gov.sk, 2011).

Základné podmienky získania dotácie

Dotáciu je možné poskytnúť na základe písomnej žiadosti podanej žiadateľom až po ukončení inštalácie slnečných kolektorov len na tie inštalácie, ktoré boli ukončené po 20. apríli 2009, najneskôr však do pol roka po inštalácii kolektorov. Oprávneným žiadateľom je ten, kto je vlastníkom alebo spoluvlastníkom rodinného domu, je správcom bytového domu, alebo je spoločenstvom vlastníkov bytov a nebytových priestorov. Výška dotácie je 200 € za 1 m² nainštalovaných slnečných kolektorov v rodinnom dome v rozsahu najviac 8 m² absorpčnej plochy vrátane. Výšku dotácie si žiadateľ vypočíta podľa absorpčnej plochy kolektora podľa technických parametrov zariadenia. Na základe Programu vyššieho využitia biomasy a slnečnej energie v domácnostiach musia mať slnečné kolektory od 1. januára 2010 aj potvrdenie o minimálnom energetickom zisku 525 kWh za rok vzťahnutom na jeden m² plochy apertúry za definovaných podmienok prípravy teplej vody na referenčnom mieste vydanom referenčným miestom na základe skúšobného protokolu vydaným akreditovanou európskou skúšobňou Technický skúšobný ústav Piešťany, š.p..

Žiadosť sa podáva v dvoch vyhotoveniach. Súčasťou žiadosti je potvrdenie príslušného daňového úradu nie staršie ako tri mesiace, že žiadateľ nemá daňové nedoplatky. Jedná sa o všetky dane, ktoré sa odvádzajú daňovému úradu (najmä o daň z príjmu). Ako príloha žiadosti je postačujúca kópia faktúry preukazujúca nadobudnutie zariadenia, ale nevyžaduje sa doklad o zaplatení faktúry. Podľa čl. 4 bod 11 programu je však administrátor oprávnený vyžiadať si doplňujúce informácie pre účely posúdenia súladu inštalácie s podmienkami poskytnutia dotácie. Zariadenie musí byť nainštalované odbornou firmou (nie svojpomocne), ktorá žiadateľovi vystaví

aj príslušný doklad o odovzdaní a uvedení zariadenia do prevádzky. Žiadateľ je taktiež povinný doložiť potvrdenie o kolaudácii domu alebo bytového domu a to nie staršie ako 3 mesiace (www.siea.sk, 2011).

Všetky informácie potrebné na získanie štátnej dotácie si záujemcovia môžu nájsť na internetovej stránke Slovenskej inovačnej a energetickej agentúre (www.siea.sk), alebo na oficiálnej internetovej stránke Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky (www.economy.gov.sk) pod záložkou Dotácie na slnečné kolektory a kotly na biomasu. Na oboch stránkach sú dostupné formuláre žiadostí, najčastejšie otázky, kontaktné adresy a telefónne čísla na pobočky Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry, kde môže záujemca získať kompletne informácie a podať žiadosť na štátnu dotáciu.

2 Cieľ a metodika práce

Cieľom diplomovej práce je spracovať literárny prehľad o fyzikálnych princípoch, technologických riešeniach a možnostiach využitia solárnych systémov. V rámci vlastnej práce bude na základe ponúk viacerých firiem navrhnuté riešenie solárneho systému pre rodinný dom s definovanými požiadavkami na podporu vykurovania v prechodnom období (jar, jeseň), na podporu ohrevu teplej úžitkovej vody v zimnej sezóne a na vykurovanie bazéna v letnej sezóne.

Témou diplomovej práce sú solárne systémy a ich využitie pre domácnosti. Pri vypracovávaní budeme postupovať nasledovne:

- vypracovanie teoretickej prípravy danej problematiky,
- stanovenie čiastkových cieľov,
- vypočítanie solárneho systému na ohrev teplej úžitkovej vody,
- vypočítanie solárneho systému na vykurovanie,
- vypočítanie solárneho systému na ohrev bazéna,
- výber firiem, ktoré pripravia finančné plány solárneho systému,
- výber jedného typu solárneho kolektora z trubicových kolektorov a jedného typu z plochých kolektorov,
- porovnanie ich vlastností na základe technických údajov a referencií,
- výber firmy z jednotlivých finančných plánov spolu so zadávateľom, ktorá zrealizuje inštaláciu solárneho systému.

3 Návrh solárneho systému

V časti vlastnej práce sme sa rozhodli pre reálny návrh solárneho systému z viacerých dôvodov. Zameranie vlastnej práce je aktuálnou témou spoločnosti, ktorá sa snaží o znižovanie energetického zaťaženia našej zeme, veľa ľudí nevie podľa akých kritérií a požiadaviek sa solárne systémy navrhujú, nemajú predstavu o finančnej otázke realizácie, na reálnom príklade môžeme vidieť, ako sa dajú vyriešiť komplikácie spojené s tým, že objekt na ktorý sa bude solárny systém inštalovať, už existuje a má zavedené vlastné kúrenie a ohrev teplej úžitkovej vody. Návrh je tvorený na základe požiadaviek investora a spolu s ním sú prejednávané prípadné zmeny. Po navrhnutí solárneho systému budú zadané požiadavky vybraným trom firmám, ktoré nám poskytnú finančné návrhy, z ktorých si investor jednu vyberie a táto firma potom zrealizuje inštaláciu systému.

Požiadavky na solárny systém

Solárny systém sa bude inštalovať na rodinný dom v obci Šoporňa, okres Galanta. Rodinný dom je po kompletnej rekonštrukcii a je využívaný ako obytný dom pre štvorčlennú rodinu. Solárny systém bude slúžiť na ohrev teplej úžitkovej vody počas celého roka, ohrev bazéna počas leta a nakoniec na prikurovanie v prechodných obdobiach vykurovania.

Objekt má ústredné kúrenie formou radiátorov – typ zdvojených vyhrievacích telies s dvomi prídavnými vyhrievacími plochami. Kúrenie ako aj ohrev teplej úžitkovej vody je zabezpečený plynovým kotlom Protherm medveď s výkonom 26 kW a objemom zásobníka 90 litrov. Vykurovacia plocha objektu je 170 m², strecha je orientovaná na juh a jej sklon je 38°. Počet osôb na ktorý sa dimenzuje solárny systém je 4 – 6. Bazén bude exteriérový s prekrytím, s rozmermi 6 x 3 x 1,2 m a napájaním s vodou zo studne. Teplá úžitková voda a prikurovanie je napájané vodou z obecného vodovodu.

Návrh systému na ohrev teplej úžitkovej vody

Množstvo získanej energie prostredníctvom solárnych kolektorov závisí od kvality a počtu kolektorov ako aj od optimálneho návrhu celého solárneho systému. Treba brať do úvahy pohyb slnka po oblohe počas dňa ale aj počas celého roka. Na Slovensku je najvhodnejšia poloha kolektoru orientovaná na južnú stranu pod uhlom 45°.

Systém na ohrev teplej úžitkovej vody môžeme navrhnuť dvoma spôsobmi. Buď podľa nomogramu na určenie veľkosti solárneho systému (Príloha A), alebo pomocou matematických výpočtov. Systém na prípravu teplej úžitkovej vody vypočítame nasledovne podľa technických údajov solárnych systémov typu Heliostar:

Denná spotreba vody	$m = \text{počet osôb} \times 55 \text{ l za deň}$ (priemerná spotreba)
Zvýšenie teploty vody	$\Delta T = \text{požadovaná teplota } 50^\circ - \text{vstupná teplota } 10^\circ$
Hmotnostná teplotná kapacita vody	$c = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ kWh kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Potreba tepla	$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

$$Q = (6.55)(1,16 \cdot 10^{-3})(50 - 10) = 200.0,00116.35 = 15,312 \text{ kWh za deň}$$

Výpočet veľkosti absorpčnej plochy v letnom období:

Priemerná účinnosť solárneho systému $\eta = 0,5$

Priemerne využiteľná solárna energia v lete $P_s = \frac{3,5 \text{ kWh}}{m^2} \cdot \text{deň}$

$$A = \frac{Q}{P_s \cdot \eta} = \frac{15,312}{3,5 \cdot 0,5} = 8,75 m^2$$

Vypočítaná plocha $8,75 m^2$ je účinná plocha kolektora. Ak je plocha jedného kolektora $1,76 m^2$, potom počet kolektorov bude:

$8,75 : 1,76 = 4,97$ to znamená, že potrebujeme 5 kolektorov.

Výpočet veľkosti absorpčnej plochy v prechodnom období:

Priemerná účinnosť solárneho systému $\eta = 0,5$

Priemerne využiteľná solárna energia

v prechodnom období $P_s = 2,5 \text{ kWh na } m^2 \text{ krát deň}$

$$A = \frac{Q}{P_s \cdot \eta} = \frac{15,312}{2,5 \cdot 0,5} = 12,25 m^2$$

Vypočítaná plocha $12,25 \text{ m}^2$ je účinná plocha kolektora. Ak je plocha jedného kolektora $1,76 \text{ m}^2$, potom počet kolektorov bude:

$8,75 : 1,76 = 6,96$ to znamená, že potrebujeme 7 kolektorov.

Z daných výpočtov nám vyšlo, že v letnom období potrebujeme na ohrev vody 5 kolektorov, zatiaľ čo v prechodnom období ich musí byť 7. Preto pri návrhu solárneho systému použijeme minimálne 7 kolektorov.

Výpočet solárneho systému na vykurovanie

Základným predpokladom pre využitie slnečných kolektorov na vykurovacie účely je nízkoenergetický dom s nízkopotenciálnym vykurovacím systémom. Keďže je objekt, pre ktorý navrhujeme solárny systém, po kompletnej rekonštrukcii a na vykurovanie využíva systém s malým množstvom vody, je vhodným objektom aj pre vykurovanie solárnym systémom. Ako prvé si musíme vypočítať potrebu tepla na vykurovanie objektu. Vypočítame ho nasledovne:

Potreba tepla na vykurovanie	100 Wm^{-2} (priemerná hodnota)
Obytná plocha	$A_0 \text{ [m}^2\text{]}$
Potreba tepla na vykurovanie objektov	$A_0 \cdot 100 \text{ Wm}^{-2}$

$$170\text{m}^2 \cdot 100\text{Wm}^{-2} = 17\text{kW}$$

Ďalej musíme vypočítať výkon kolektorového poľa, pre výpočet ktorého potrebujeme nasledujúce údaje:

Globálna intenzita slnečného žiarenia	800 Wm^{-2} (priemerná hodnota)
Stredná účinnosť kolektora	50 %
Absorpčná plocha kolektora	$1,76 \text{ m}^2$
Výkon kolektora	$1,76 \text{ m}^2 \cdot 800 \text{ Wm}^{-2} \cdot 0,5 = 704 \text{ W}$

Výkon kolektorového poľa na 100 %:

Počet kolektorov	n_k
Potreba tepla na vykurovanie objektov	17 kW
Výkon kolektora	704 W

$$n_k = \frac{17kW}{0,704kW} = 24,15 \text{ kolektorov}$$

Výkon kolektorového poľa na 70 %:

$$n_k = 0,7 \frac{17kW}{0,704kW} = 16,9 \text{ kolektorov}$$

Druhým spôsobom ako vypočítať počet kolektorov potrebných na vykurovanie objektu je na základe mnemonického pravidla, ktoré hovorí že:

$$\text{plocha kolektorov} = 0,25 \cdot \text{obytná plocha} = 0,25 \cdot 170 = 42,5 \text{ m}^2$$

pri tomto spôsobe výpočtu sa berie pôdorysná plocha kolektora 2 m².

$$n_k = 0,7 \frac{17kW}{0,704kW} = 16,9 \text{ kolektorov}$$

Pre daný objekt je podľa našich výpočtov potrebných 24 kolektorov. My však neplánujeme vykurovať objekt počas celého vykurovacieho obdobia a ani iba pomocou kolektorov. Pre náš objekt je prvoradý ohrev teplej úžitkovej vody a až potom môže teplo získané slnečnými kolektormi vykurovať objekt. Preto tento výpočet nebudeme brať do úvahy pri navrhovaní celkového systému.

Výpočet systému na ohrev bazénovej vody

Na solárny ohrev vody v bazéne je potrebná plocha slnečných kolektorov minimálne 60 % z plochy hladiny bazéna, najlepším riešením by bolo 100% z plochy hladiny bazéna. Pri výpočtoch sa berie do úvahy hĺbka bazéna, či je to vnútorný alebo vonkajší bazén a v prípade vonkajšieho bazéna, či je s prekrytím alebo nie. V našom prípade ide o bazén s povrchovou plochou 18 m² z čoho je nami vypočítaná veľkosť

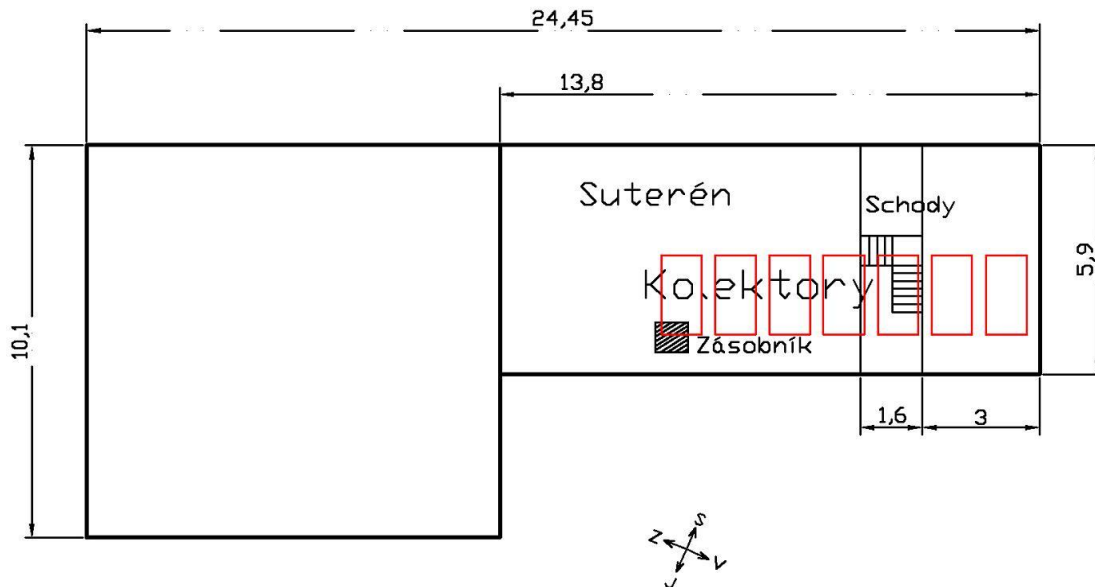
plochy kolektorov v prechodnom období 68 %. Hĺbka bazéna je 1,2 m a je to vonkajší bazén s prekrytím. Nachádza sa blízko zastavanej plochy pozemku, ale jeho umiestnenie sa nevyznačuje vysokým podielom jeho zatienenia budovami počas dňa. Na základe predchádzajúcich údajov sme určili počet solárnych kolektorov stanovený na ohrev teplej úžitkovej vody za dostačujúci počet, čo robí konečný počet kolektorov 7.

Výber veľkosti objemu solárneho zásobníka

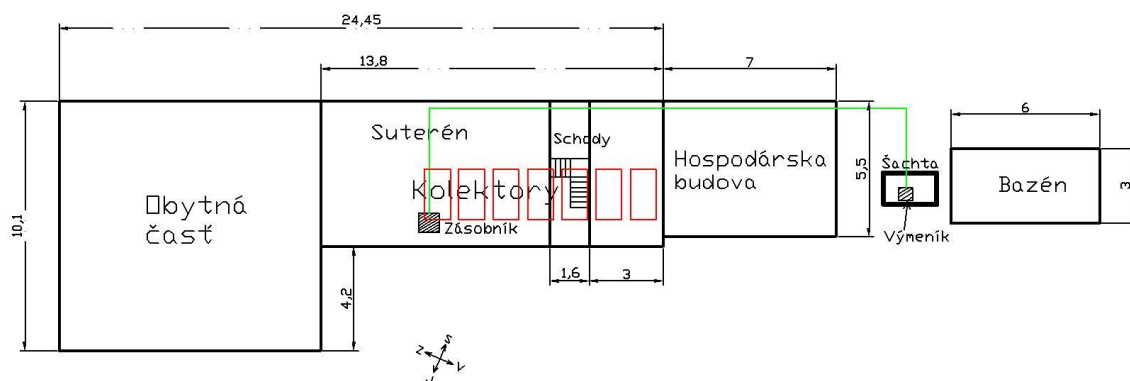
Pre menšie solárne systémy, akým je aj náš navrhovaný, sa najčastejšie používajú zásobníkové ohrievače vody s väčšou teplovýmennou plochou solárneho výmenníka, ako tie ohrievače vody, ktoré sa pripájajú na kotol ústredného kúrenia. Solárny bojler alebo solárny zásobník sú zaužívané názvy pre ne. V zásade platí, že objem zásobníka volíme podľa predpokladanej spotreby teplej vody. Pre náš solárny systém preto volíme veľkosť objemu solárneho zásobníka na 300 l.

Umiestnenie kolektorov

Objekt je tvorený z dvoch častí. Prvá časť objektu je v prednej časti pozemku štvorcového pôdorysu. Druhá časť je menšia obdĺžnikového pôdorysu pristavená k prednej časti, pod celou časťou sa nachádza suterén. Prvá časť objektu má podkrovné izby, zadná druhá časť má iba krov. Celý objekt je orientovaný južne až juhovýchodne. Strecha je sedlového typu konštruovaná pod uhlom 38°. Najvhodnejšie miesto pre umiestnenie solárnych kolektorov je na streche zadnej časti objektu, ktorá je orientovaná na juh. Z tejto strechy je veľmi dobrý prístup do suterénu, kde bude umiestnený solárny zásobník. V suteréne je taktiež umiestnený prietokový ohrievač, ktorý zabezpečuje teplú úžitkovú vodu a kúrenie pre celý objekt. Zásobník preto umiestnime čo možno najbližšie ku kotlu aby boli čo najmenšie straty pri predohreve teplej úžitkovej vody. Z toho vyplýva, že pôvodný kotol ponecháme a zásobník iba pripojíme do už fungujúceho systému. Systém, ktorý sme navrhli bude v letných mesiacoch taktiež slúžiť na ohrev bazénovej vody. Bazén bude umiestnený na konci budov, kde bude šachta s čerpadlom a výmenníkom. Výmenník bude vzdialený približne 20 m od zásobníka. Jednotlivé umiestnenia môžeme vidieť na nasledujúcich obrázkoch.



Obrázok 12 Umiestnenie zásobníka a kolektorov



Obrázok 13 Umiestnenie zásobníka, kolektorov a výmenníka

Firmy, ktoré sme požiadali o vypracovanie finančných návrhov, vyberáme na základe informácií získaných na internete, sídla firmy (musí byť na západnom Slovensku), druhu ponúkaných kolektorov a referencií o danej firme. Vybranými firmami sú:

- Firma SOLAR-SHOP s.r.o., ktorá ponúka ploché aj trubicové kolektory, sídli v Nitre, na internetovej stránke má zoznam svojich zákazníkov a na základe osobného rozhovoru so zamestnancom počas výstavy Nábytok a bývanie v marci 2011.

- Firma Epos, ponúka iba ploché kolektory, sídli v Topoľčanoch, na internetovej stránke má zoznam svojich zákazok ako aj programy na predbežné vypočítanie solárnych systémov.
- Ivan Tóth, ktorý vyrába a montuje solárne systémy, sídli v obci Pata (susediaca s obcou, v ktorej sa bude solárny systém realizovať), osobne ukázal svoje zákazky v okolí.

4 Porovnanie jednotlivých druhov solárnych kolektorov

Cieľom porovnania jednotlivých druhov solárnych kolektorov je zistenie, ktorý druh kolektoru je výhodnejší pre použitie v domácnostiach, resp. v našom prípade. Porovnanie je vypracované na základe technických údajov poskytnutých výrobcom, na základe informácií zistených štúdiom odbornej literatúry a informácií získaných od majiteľov vyššie uvedených firiem (ich skúsenosti). Porovnanie je vypracované tak, aby mu porozumela aj nezainteresovaná osoba a to z pohľadu kupujúceho, teda osoby ktorá nie je odborníkov v danej problematike. Porovnanie sa týka nasledovných typov kolektorov vybraných z ponukových listov:

- Plochý kolektor TS 310,
- Trubicový kolektor Solmann.

Plochý kolektor TS 310

Je to plochý kolektor s rúrkovými vývodmi, ktorý je určený na vertikálnu montáž v solárnych systémoch s obehovým čerpadlom. Kolektor pozostáva z kompaktnej lisovanej skrine, v ktorej je pomocou zasklievacieho rámu z nekorodujúcich hliníkových profilov upevnené bezpečnostné solárne sklo. Do platne absorbéra z tvarovaného Al-Mg plechu s vysokoselektívnou konverznou vrstvou je zalisovaný meander z medenej rúrky. Kolektory sa musia spájať paralelne, pričom v jednom rade ich môže byť najviac 10 kusov. Absorbér je tvarovaný hliníkový plech so selektívnou konverznou vrstvou, ktorý obopína meander z medenej rúrky (<http://www.thermosolar.sk/dab.htm>, 26.3.2011).

Tabuľka č. 2 Technické parametre kolektora TS 310

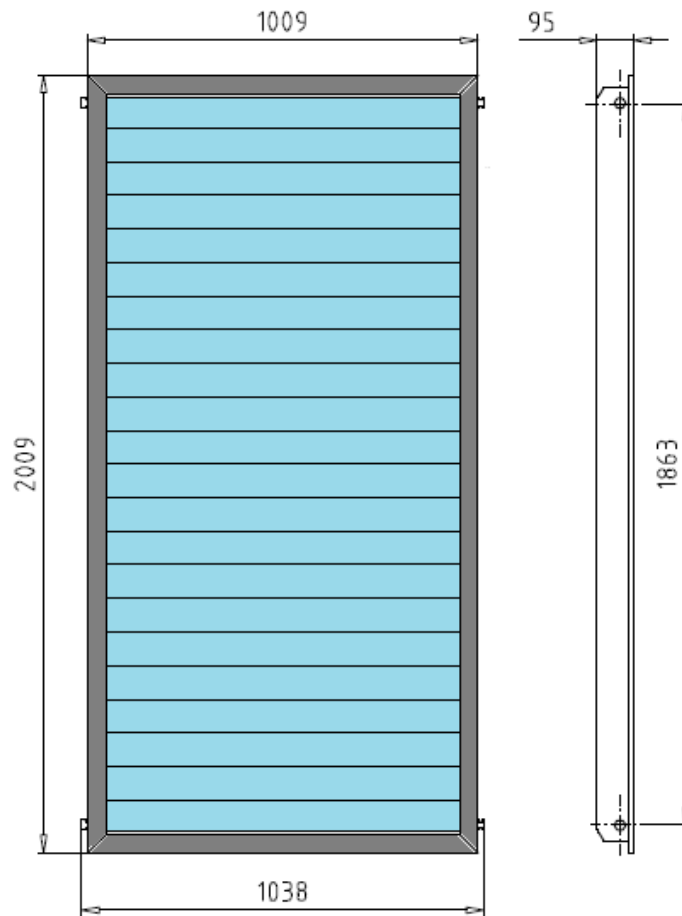
Pôdorysná plocha	2.03 m ²
Absorpčná plocha	1.78 m ²
Spojovací rozmer	1040 x 2040 mm
Hmotnosť	39 kg
Kvapalinový obsah	1,57 l
Krycie sklo	bezpečnostné, solárne, hrúbka 4 mm
Pripojovacie vývody	prírubové, Ø 26 mm

Puzdro teplotného snímača	pre senzor Ø 6 mm
Konverzná vrstva	eta plus, vysokoselektívna na báze oxidu hlinitého pigmentovaného koloidným niklom
Tepelná izolácia	minerálna plst'
Tepelná emisivita pri 82°C	maximálne 0.16
Optická účinnosť	80 %
Odporučená pracovná teplota	pod 100 °C
Kľudová teplota pri žiarení 1000W na m ² a teplote okolia 25°C	190 °C
Maximálny pretlak teplonosnej kvapaliny	600 kPa
Odporučený prietok teplonosnej kvapaliny	30 - 100 l za hod jeden kolektor
Skriňa kolektora	výlisok z nekorodujúceho Al-Mg plechu, výška vane 90 mm
Energetický zisk*	700 - 930 kWh za rok
* energetický zisk kolektora je závislý od spôsobu využívania, geografickej polohy, orientácie kolektora a mikroklimatických podmienok.	

(<http://www.thermosolar.sk/dab.htm>, 26.3.2011)

Ploché kolektory sa začali vyrábať skôr ako trubicové a preto aj montážne firmy radšej siahajú práve po tomto druhu kolektorov. Firmy majú už rokmi overenú kvalitu plochých kolektorov na základe získaných údajov z reklamácií zákazníkov. Vďaka spätnej väzbe a dlhoročnému využívaniu dokážu aj výrobcovia neustále pracovať na zvyšovaní kvality a účinnosti plochých kolektorov. Ak sa zákazník rozhoduje medzi plochými a trubicovými kolektormi, je väčšia pravdepodobnosť, že sa rozhodne pre ploché, pretože sú zárukou vyššej kvality ako nové, ešte časom nepreverené trubicové kolektory. Pri výbere kolektorov samozrejme rozhoduje aj cena. Ceny plochých kolektorov sú naproti trubicovým nižšie pre ich časté používanie. Na obrázku 12 môžeme vidieť jednoduchý nákres plochého kolektora TS 310, kde môžeme vidieť modrou farbou vyznačenú absorpčnú plochu kolektora a sivou farbou jeho rám. Farby

nezodpovedajú skutočnosti, keďže sa absorpčná plocha vyrába v čiernej farbe, ktorá má najväčšiu schopnosť pohlcovania slnečného žiarenia.



Obrázok 14 Plochý kolektor TS 310

(zdroj: www.termosolar.sk)

Vákuový trubicový kolektor Solmann

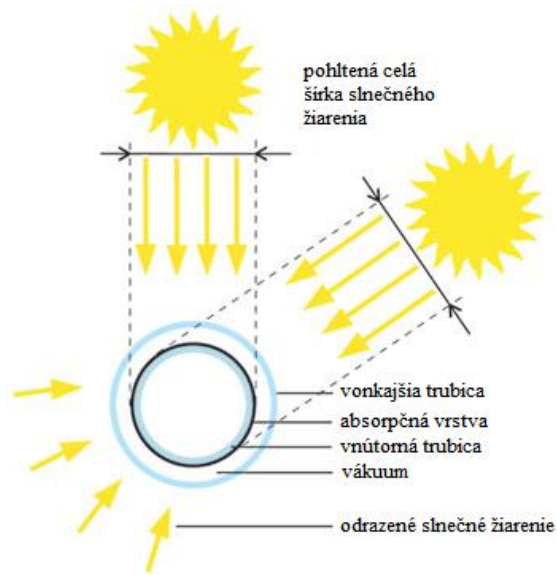
Trubicové vákuové kolektory sú určené na celoročnú prevádzku. Sú schopné pracovať s čerpadlom ale aj samočinne bez čerpadla. Solárny systém s vákuovými trubicovými kolektormi je vhodný pre použitie v domácnostiach ako aj v spoločenských zariadeniach. Solárny systém je možné vyrobiť vo viacerých prevedeniach a tak aj správne a vhodne nadimenzovať pre jednotlivé objekty. Trubicové kolektory sú takpovediac novinkou na trhu a majú zabezpečiť vyššiu účinnosť a tým aj vyššiu efektívnosť. Problém je ale práve v tom, že sú nové. Montážne firmy nie sú ešte na ne zvyknuté, nemajú ich dostatočne vyskúšané v praxi a preto prevažne uprednostňujú ploché kolektory. Pri výbere kolektorov sa zákazníci orientujú cenou, účinnosťou a výškou dotácie. Tieto ukazovatele sú proti trubicovým kolektorom,

pretože cena je vyššia ako u plochých kolektoroch, účinnosť je porovnateľná a výška dotácie je nižšia, keďže súčet absorpčnej plochy trubicových kolektorov je nižší ako súčet plochých kolektorov. To môže viesť k uprednostňovaniu plochých kolektorov pred trubicovými. Jednou z výhod trubicových kolektorov je v prípade poškodenia ich rýchla výmena. Nie je totiž potrebné vymieňať celý kolektor ale iba časť (alebo trubicu), ktorá je poškodená. Nevýhodou sa ukazuje byť práve vákuum, ktoré je neoddeliteľnou súčasťou trubice. Vákuum závisí od tesnosti a kvality tesnení, ktoré však nedokážu zaručiť tesnosť systému po celú životnosť kolektoru tak ako to uvádzajú výrobcovia (<http://www.solmann.sk/produkty>, 8.4.2011).

Tabuľka č. 3 Vákuový solárny kolektor Solmann

Model	SM – 30
Množstvo trubic	30
Absorpčná plocha	2,439 m ²
Celková plocha	4,65 m ²
Rozmery	1,99 x 2,1 x 0,154 m
Váha kolektora	95 kg
Pripojovacie výstupy	¾“ vonkajší závit
Objem kolektora	1,7 l kvapaliny
Maximálny prietok kvapaliny	1200 l za hod.
Maximálny pracovný tlak	6 Bar
Plniaca kvapalina	Solaren – 32°C
Maximálna pracovná teplota	250°C
Objem ohriatej vody	340 l za deň
Teplota ohriatej vody	40°C
Účinnosť kolektora	76,4 %
Ohrievané médium	voda
Pracovný teplotný rozdiel	30°C
Záruka	10 rokov

(<http://www.solmann.sk/produkty>, 8.4.2011)



Obrázok 15 Rez trubicou solárneho kolektora

(zdroj: www.regulus.cz)

4.1 Finančná úspora pri použití slnečných kolektorov

Jedným z dôvodov prečo sa solárne systémy montujú je aj úspora spotrebovaných energií a finančného obnosu za ne.

Ohrev teplej úžitkovej vody

Priemerná 5 členná rodina spotrebuje na osobu 55 l teplej úžitkovej vody, čo je spolu 275 l. 250 l predstavuje 275 kg vody, ktorú je potrebné ohriať zo vstupnej teploty 10 °C na požadovanú teplotu 50 °C.

Množstvo vody $m = 275 \text{ l}$

Hmotnostná teplotná kapacita vody $c = 4180$

Vstupná teplota vody $T_1 = 10 \text{ °C}$

Požadovaná teplota vody $T_2 = 50 \text{ °C}$

Teplo potrebné na ohrev $Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$

$$Q = 275 \cdot 4180 \cdot (50 - 10) = 45980000 \text{ J} = 45,9 \text{ MJ}$$

Objekt, pre ktorý sme navrhli solárny systém využíva plynový prietokový ohrievač. Vieme, že 1 m³ plynu predstavuje 34,25 MJ. Po vyrátaní účinnosti kolektora, čo je približne 90 % je to iba 30,825 MJ. Z toho vieme vypočítať, že denne potrebujeme:

$$\frac{45,9}{30,825} = 1,49 m^3 \text{ plynu}$$

$$1 m^3 = 9,51 kWh$$

$$1 kWh = 0,05 €$$

$$1,49 m^3 \text{ plynu} = 14,17 kWh = 0,7 €$$

Pomocou výpočtov sme zistili, že solárnym systémom určeným na ohrev vody (v prípade ohrevu teplej úžitkovej vody iba solárnymi kolektormi, čo je situácia počas leta) vieme ušetriť 0,7 € denne, ak sa na ohrev teplej úžitkovej vody používa plynový prietokový ohrievač.

Ohrev bazéna

Ohrevom bazéna sa predlžuje čas jeho využitia. V prípade ohrevu plynovým ohrievačom vieme vypočítať úsporu nákladov nasledovne.

Objem bazéna	$d.s.h = 6.3.1,2 = 21,6 m^3$
Množstvo vody	$m = 275 l$
Merná tepelná kapacita vody	$c = 4180$
Vstupná teplota vody	$T_1 = 15 °C$
Požadovaná teplota vody	$T_2 = 25 °C$
Teplo potrebné na ohrev	$Q = m.c.(T_2 - T_1)$

$$Q = 21600.4180.(25 - 15) = 902880000J = 902,8MJ = 26,36m^3$$

$$26,36m^3 = 250,7kWh = 12,5€$$

Na ohrievaní bazéna teda vieme ušetriť 12,5 €. Treba však podotknúť, že táto suma môže byť vyššia ale aj nižšia. Závisí totiž od počasia ako rýchlo bude voda chladnúť, tým pádom aká energia bude musieť byť použitá na ohrev vody v bazéne. Vodu treba taktiež udržiavať ohrievaním.

Prikurovanie

Podľa skúseností ľudí, ktorý majú už niekoľko rokov solárne kolektory, sa na kúrení dá ušetriť 30 – 40 % nákladov prikurovaním v prechodných obdobiach.

5 Výsledky práce a diskusia

Prostredníctvom literárneho prehľadu sme získali nové informácie o tom, akými rôznymi spôsobmi sa dajú využiť solárne systémy, ktoré výrobcovia neustále vyvíjajú a ktoré sa dostávajú do povedomia a užívania novým a novým užívateľom. Diplomová práca je zameraná na využitie solárnych systémov na vykurovanie objektu a bazéna a na ohrev teplej úžitkovej vody. Z tohto dôvodu sme sa ďalej zaoberali iba týmito možnosťami využívania solárnych systémov.

V rámci vlastnej práce sme si navrhli solárny systém, pričom sme hľadali návrh pre optimálny systém, pretože do výpočtov a rozhodovania vstupuje veľké množstvo faktorov, ktoré na seba nadväzujú a navzájom sa ovplyvňujú. Pre výpočet solárneho systému sme vybrali ploché kolektory, ale je tu aj možnosť využiť nové trubicové kolektory.

Rozhodnúť sa pre jeden druh kolektorov nie je jednoduché. Práve preto sme porovnali z každého druhu po jednom type kolektorov, takým istým spôsobom akým by si vyberal i zákazník. Toho zaujíma predovšetkým výška vstupných nákladov a výška finančných prostriedkov, ktoré mu solárny systém ušetrí počas celej doby životnosti. Niektorých zákazníkov môže zaujímať taktiež spôsob fungovania solárnych kolektorov, z čoho sa skladá solárny systém, ale väčšinou to pre nich nie je rozhodujúca informácia. My sme preto porovnali hlavne technické údaje kolektorov, ktoré poskytujú výrobcovia. Pre porovnanie sme vybrali kolektory, ktoré zadali do finančných návrhov nami vybrané firmy.

Rozhodujúcimi údajmi boli pre nás nasledujúce:

- absorpčná plocha kolektora,
- účinnosť kolektora,
- energetický zisk,
- finančná úspora.

Od veľkosti absorpčnej plochy závisí výška dotácií na kolektory poskytovaná Slovenskou republikou. Veľkosť absorpčnej plochy vychádza pri plochých kolektoroch vždy väčšia, čo znamená aj vyššiu dotáciu. Pre kupujúceho môže byť tento údaj v niektorých prípadoch dôležitý.

Údaj hovoriaci o účinnosti kolektora sa takmer zhoduje v oboch prípadoch. Rozdiel je iba 3,6 %, čo je zanedbateľný rozdiel. Preto pri výbere nemusí mať tento údaj žiadnu váhu.

Energetický zisk je výrobcom udaný iba v prípade plochých kolektorov, ale energetický zisk, účinnosť kolektora a finančná úspora na seba priamo nadväzujú. Kolektor môže mať 100 % účinnosť, ale ak nebude správne nasmerovaný, pod správnym uhlom a celý systém bude zle dimenzovaný, nemusí usporiť ani polovičku spotreby a financií, nehovoriac o vysokých vstupných nákladoch a ich návratnosti.

Záver

Diplomová práca sa zaoberá solárnymi systémami, ktoré sú využiteľné v domácnostiach. Pre cieľom danú tému sme sa rozhodli, aby sme zistili možnosti využitia solárnych systémov a získali prehľad o technologických riešeniach. Táto téma je aktuálna pre spoločnosť, v ktorej žijeme a priamo sa nás dotýka. Prehľad o problematike poskytuje teoretická časť diplomovej práce, vypracovaná z rôznych zdrojov publikácií, časopisov ale aj internetových stránok.

Predmetom vlastnej práce je návrh solárneho systému pre rodinný dom. Tento návrh sme spracovali s pomocou internetových zdrojov ale aj zamestnancov firiem, s ktorými sme spolupracovali. Zamestnanci nám poskytli údaje na základe ich dlhoročných skúseností, čo nám umožnilo vytvoriť si názor na jednotlivé druhy kolektorov a ich využiteľnosť pre náš prípad. Trom firmám sme zadali vypracovanie finančných návrhov solárnych systémov, tak ako by ich riešili oni a my sme si potom vypočítali vlastný návrh solárneho systému. Ten sa v prevažnej miere zhodoval so všetkými návrhmi firiem. Naš solárny systém sme navrhli s využitím plochých kolektorov. Počet kolektorov nám vyšiel 7.

Keďže je na trhu viacero druhov kolektorov, zamerali sme sa na ich porovnanie. Porovnávali sme ploché a trubicové kolektory. Oba druhy kolektorov majú svoje výhody aj nevýhody, ktoré sme rozpísali v časti výsledky práce. Porovnaním sme dospeli k názoru, že pre kupujúceho sú hlavnými podmienkami kúpy a inštalácie kolektorov finančná úspora počas celej životnosti kolektorov a výška dotácie od štátu.

Na základe zistených informácií a výpočtov sme spolu s majiteľom domu, na ktorý sa bude solárny systém inštalovať, vybrali firmu Ezos. Táto firma splnila všetky požiadavky majiteľa a taktiež sa zhodovali naše zistenia s ich návrhom solárneho systému.

Za veľký prínos našej práce považujeme popísanie jednotlivých druhov solárnych kolektorov a ich rôzne možnosti využitia. Niektoré z týchto poznatkov nie sú verejnosti dostatočne známe. Diplomová práca poskytuje informácie aj o finančnej stránke solárnych systémov, preto môže byť považovaná za pomôcku pri rozhodovaní sa o ich využití v domácnostiach.

Zoznam použitej literatúry

Cech podnikateľov v energetike Slovenska. 1996. *Slnčná energia. Možnosti využívania v SR*. Bratislava : Informátor CPE, 1996. 45 s.

CENEK, Miroslav a kol. 2001. *Obnoviteľné zdroje energie*. 2. vyd. Praha : FCC, 2001. ISBN 80-901985-8-9

CIHELKA, Jaromír. 1994. *Solárni tepelná technika*. Praha : T. Malina, 1994. ISBN 80-900759-5-9

Dotácie na slnečné kolektory a kotly na biomasu. 2009 [online] Bratislava : Ministerstvo hospodárstva, aktualizované 2009. [cit. 2011-03-03]. Dostupné na: <<http://www.economy.gov.sk/upozornenie--ministerstvo-hospodarstva-pripravuje-zmeny-podmienok-ziskania-dotacii-na-kotly-a-kolektory-/135671s> 19.3.2011>.

Dotácie na slnečné kolektory a kotly na biomasu. 2009 [online] Bratislava : Ministerstvo hospodárstva, aktualizované 2009. [cit. 2011-03-03]. Dostupné na: <<http://www.economy.gov.sk/dotacie-na-slnečne-kolektory-a-kotly-na-biomasu/129520s> >.

Dotácie na slnečné kolektory a kotly na biomasu. 2011 [online] Bratislava : Slovenská inovačná a energetická agentúra, aktualizované 2011. [cit. 2011-03-03]. Dostupné na: <<http://www.siea.sk/granty-a-dotacie-slnečne-kolektory-a-kotly-pre-domacnosti/> >.

Fáber, Andrej – Hollan, Vojtech. 2011. Využite energiu slnka. In *Stavebníctvo a bývanie*, roč. 12, 2011, s. 74-77. ISSN 1336-0191

JANÍČEK, František a kol. 2009. *Obnoviteľné zdroje energie2. Perspektívne premeny a technológie*. Bratislava : STU, 2009. ISBN 978-80-89402-13-7

Künstle, K. – Reiter, K. – Riedle, K. 1991. Možnosti a meze obnoviteľné energie. In *Výběr informací z jaderné techniky*, roč. 20, 1991, č. 3, s 7-19. ISSN 0323-0066

Libra, Martin - Poulek, Vladislav. 2005. *Solárni energie. Fotovoltaika – perspektivní trend současnosti i blížké budoucnosti*. Praha : ČZU, 2005. ISBN 80-213-1335-8

Plochý vertikálny kolektor IVAR.SOLAR TS 300 - vertikálny. 2010 [online] Hodruša Hámre : WAMATECH, aktualizované 2010. [cit. 2011-04-05]. Dostupné na: <<http://www.wamatech.sk/online/produkty/solarne-systemy-kolektory>>.

Proč trubicové kolektory KTU dosahují tak výtečných parametrů? 2011 [online] Prešov : REGULUS, aktualizované 2011. [cit. 2011-04-08]. Dostupné na: <<http://www.regulus.cz/vakuove-trubicove-kolektory-ktu.html>>.

Projektovanie, montáž, obsluha, údržba solárnych systémov. 2007 [online] Žiar nad Hronom : THERMO/SOLAR, aktualizované 2007. [cit. 2011-03-26]. Dostupné na: <<http://www.thermosolar.sk/files/navody/m0014.pdf>>.

Technické údaje kolektora TS 310. 2007 [online] Žiar nad Hronom : THERMO/SOLAR, aktualizované 2010. [cit. 2011-03-26]. Dostupné na: <<http://www.thermosolar.sk/dab.htm>>.

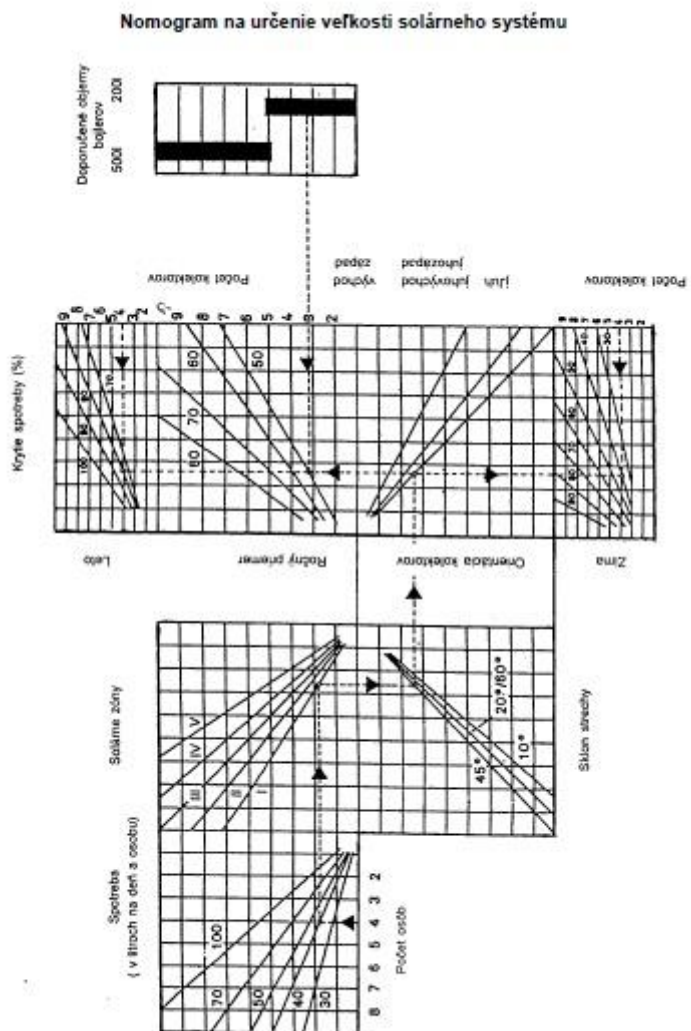
Technické parametre trubicových kolektorov SOLMAN. 2009 [online] Nitra : SOLAR-SHOP, aktualizované 2009. [cit. 2011-04-08]. Dostupné na: <<http://www.solmann.sk/produkty>>.

Tepelná trubica. 2011 [online], aktualizované 2011. [cit. 2011-03-03]. Dostupné na: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Tepeln%C3%A1_trubica>.

Zemný plyn a solárna energia. 2011 [online] Bratislava : SPP, aktualizované 2011. [cit. 2011-04-08]. Dostupné na: <<http://www.spp.sk/download/poradime-vam/Zemny-plyn-a-solarna-energia.pdf>>.

Prílohy

Príloha A Nomogram na určenie solárneho systému



Príloha B Ponukové listy jednotlivých firiem

PONUPOVÝ LIST

Alexander Kóňa SOLAR-SHOP s.r.o. /Ekologické energetické systémy

!!! Najširší výber slnečných kolektorov v SR!!!

Novozámocká 102

949 01 Nitra

Tel: 00421 37 6555 867

Fax: 00421 37 6555 868

www.solar-shop.sk

Časť: Solárny ohrev TÚV, bazén a prikur.

e-mail: akona@solar-shop.sk

Vypracoval: Alexander Kóňa

Materiál:

☐ súbor základný zoskrutkovavací pre SOLMANN	1x	48,-
☐ zásobník dvojvalentný - solárny 300L	1x	695,-
☐ solárna stanica jednovetvová Solmann	3x	715,-
☐ kolektor vákuový 30-trubicový kolektor SOLMANN	5x	5.275,-
☐ nosná konštrukcia, šikmá strecha Šindel	5x	322,-
☐ expanzomat 60 L	1x	78,-
☐ teplonosná kvapalina THESOL do -32	80L	181,-
☐ regulácia trojokruhová digitálna - SR 133	1x	314,-
☐ výmenník 24 KW - antikor pre vykur. sústavu	1x	330,-
☐ výmenník 40 KW - antikor pre bazén	1x	640,-
☐ rúrka 22/1 CU	80m	400,-
☐ izolácia AEROFLEX 22/19	80m	480,-
☐ potrebné fittingy pre zapojenie		
Sústavy do zásobníka, závesná technika, pripojovacie fittingy		290,-

CENA SPOLU ZA MATERIÁL BEZ DPH: 9.768,-EUR

CENA SPOLU ZA PRÁCU BEZ DPH: 700,-EUR

Spolu bez DPH: 10.468,-EUR

Spolu s DPH: 12.561,-EUR

Výstavná zľava 20%: **10.468,-EUR**

Dotovaná suma štátom na daný systém: 1.810,-EUR

System je navrhnutý s vákuovým trubicovým kolektorom SOLMANN.sk

Záruka na kolektory v prípade montáže 10 rokov. V cene je zahrnutý dovoz materiálu a kompletná montáž s oživením a spustením, na kľúč. V cene nie sú zahrnuté stavebné úpravy. Pred montážou uhrádza objednávajúci 100% sumu z materiálu bez DPH, min. 7 dní. Platnosť 30 dní.

POZOR!!! Naše kolektory spĺňajú požiadavky pre Štátne dotácie od 20.4.2009.

Dátum: 25.3.2011

Podpis: Alexander Kóňa

PONUPOVÝ LIST

Alexander Kóňa SOLAR-SHOP s.r.o. /Ekologické energetické systémy

!!! Najširší výber slnečných kolektorov v SR!!!

Novozámocká 102

949 01 Nitra

Tel: 00421 37 6555 867

Fax: 00421 37 6555 868

www.solar-shop.sk

e-mail: akona@solar-shop.sk

Časť: Solárny ohrev TÚV a bazén 21m

Vypracoval: Alexander Kóňa

Materiál:

☐ súbor základný zoskrutkovavací pre SOLMANN	1x	48,-
☐ zásobník dvojvalentný - solárny 300L	1x	695,-
☐ solárna stanica jednovetvová Solmann	2x	477,-
☐ kolektor vákuový 30 - trubicový kolektor SOLMANN	4x	4.220,-
☐ nosná konštrukcia, šikmá strecha Šindel	4x	257,-
☐ expanzomat 60 L	1x	78,-
☐ teplonosná kvapalina THESOL do -32	70L	158,-
☐ regulácia dvojokruhová digitálna - SR 132	1x	281,-
☐ výmenník 40 KW - antikor pre bazén	1x	640,-

□ rúrka 22/1 CU	70m	350,-
□ izolácia AEROFLEX 22/19	70m	420,-
□ potrebné fittingy pre zapojenie		
Sústavy do zásobníka, závesná technika, pripojovacie fittingy		210,-
CENA SPOLU ZA MATERIÁL	BEZ DPH:	7.834,-EUR
CENA SPOLU ZA PRÁCU	BEZ DPH:	600,-EUR
	Spolu bez DPH:	8.434,-EUR
	Spolu s DPH:	10.120,-EUR
	Výstavná zľava 20%:	8.434,-EUR

Dotovaná suma štátom na daný systém: 1.687,-EUR

System je navrhnutý s vákuovým trubicovým kolektorom SOLMANN.sk

Záruka na kolektory v prípade montáže 10 rokov. V cene je zahrnutý dovoz materiálu a kompletná montáž s oživením a spustením, na kľúč. V cene nie sú zahrnuté stavebné úpravy. Pred montážou uhradza objednávajúci 100% sumu z materiálu bez DPH, min. 7 dní. Platnosť 30 dní.

POZOR!!! Naše kolektory spĺňajú požiadavky pre Štátne dotácie od 20.4.2009.

Dátum: 25.3.2011

Podpis: Alexander Kóňa

Ponukový list Šoporňa 21.03.11

<i>EZOS</i>	6 kolektorov 300L bojler	<i>Sumár EUR</i>
<i>energia zo slnka</i>	TÚV + bazén + predohrev	
1	Kolektory TS 310 6 ks	3 157 EUR
2	Montážne súbory základné	56 EUR
3	Montážne súbory rozširovacie	58 EUR
4	Nosné konštrukcie	374 EUR
5	Prvky pre integráciu do strechy	0 EUR
6	Montážny materiál	915 EUR
7	Príslušenstvo solárneho zariadenia	697 EUR
8	Solárne regulátory	301 EUR
9	Výmenníky 2 ks	506 EUR

10	Solárne bojler a pripojenia		69 EUR
11	Solárne bojler 2 300 - D	1 ks	592 EUR
12	Ostatný materiál		0 EUR
13	Inštalačný materiál		180 EUR
13	Materiálové náklady spolu bez DPH (položky 1 ÷ 13)		6 905 EUR
14	Návrh, doprava, montáž		1 864 EUR
Spolu za kalkuláciu			8 769 EUR
15	Iný materiál		0 EUR
Spolu			8 769 EUR
zľava		14,0%	1 228 EUR
Spolu po zľave			7 542 EUR
DPH			1 508 EUR
Spolu s DPH			9 050 EUR
Predpokladaná dotácia z inštalovanej plochy 10,68 m²			1 600 EUR
Celková investícia po odrátaní dotácie			7 450 EUR

V uvedenej kalkulácii je zahrnuté:

- celkový materiál potrebný na montáž solárneho okruhu s 70 m dlhými rozvodmi,
- rozdiel v materiáli bude odrátaný príp. prirátaný,
- práce spojené s pripojením solárneho okruhu.

EZOS - Vladimír Krajčík

poradenstvo, predaj a montáž slnečných kolektorov

okres Topoľčany

95601 Bojná 218

e-mail: ezos@zmail.sk

www.ezos.sk

Tel:+421 (0)908 85 88 85

Ponukový list Šoporňa 21.03.11

EZOS	7 kolektorov 300L bojler	Sumár EUR	
<i>energia zo slnka</i>	TÚV + bazén + predohrev		
1	Kolektory TS 300L	7 ks	2 503 EUR
2	Montážne súbory základné		56 EUR

3	Montážne súbory rozširovacie		64 EUR
4	Nosné konštrukcie		439 EUR
5	Prvky pre integráciu do strechy		0 EUR
6	Montážny materiál		927 EUR
7	Príslušenstvo solárneho zariadenia		720 EUR
8	Solárne regulátory		301 EUR
9	Výmenníky	2 ks	506 EUR
10	Solárne bojler a pripojenia		69 EUR
11	Solárne bojler 2 300 - D	1 ks	592 EUR
12	Ostatný materiál		0 EUR
13	Inštalačný materiál		200 EUR
13	Materiálové náklady spolu bez DPH (položky 1 ÷ 13)		6 377 EUR
14	Návrh, doprava, montáž		1 722 EUR
Spolu za kalkuláciu			8 099 EUR
15	Iný materiál		0 EUR
Spolu			8 099 EUR
	zľava	12,0%	972 EUR
Spolu po zľave			7 127 EUR
DPH			1 425 EUR
Spolu s DPH			8 552 EUR
Predpokladaná dotácia z inštalovanej plochy 12,46 m²			1 600 EUR
Celková investícia po odrátaní dotácie			6 952 EUR

V uvedenej kalkulácii je zahrnuté:

- celkový materiál potrebný na montáž solárneho okruhu s 70 m dlhými rozvodmi,
- rozdiel v materiáli bude odrátaný príp. prirátaný,
- práce spojené s pripojením solárneho okruhu.

EZOS - Vladimír Krajčík

poradenstvo, predaj a montáž slnečných kolektorov

okres Topoľčany

95601 Bojná 218

e-mail: ezos@zmail.sk

www.ezos.sk

Tel:+421 (0)908 85 88 85

Cenová ponuka na ohrev úžitkovej vody, dohrev bazénu
a dokurovanie rodinného domu

Trojvalentný solárny ohrievač vody 300 l	985 EUR
6 ks kolektorov TS 310	2970 EUR
Trojokruhový solárny regulátor	420 EUR
Expanzná nádrž 25 l	69 EUR
Solárna jednotka	395 EUR
Nosná konštrukcia na 6 ks kolektorov	719 EUR
60 m trubky + izolácia	519 EUR
Absorpčný odplyňovač	94 EUR
2 ks výmenník na dokurovanie bazéna + kúrenie	690 EUR
2 ks trojcestný ventil	296 EUR
Nemrznúca zmes 100 l	290 EUR
<hr/>	
Spolu	7447 EUR
Práca	1000 EUR
<hr/>	
Spolu	8447 EUR

O 800 EUR navyše by stáli trubicové kolektory.

Ivan Tóth

Výroba montáž a predaj

Slniečnych kolektorov

925 53 Pata č. 318

IČO: 40 219 372 DIČ: 1026920642

TEL: 0907 371 068