

**MENDELOVA ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ
UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2008

MARTIN LIŠKA

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Agonomická fakulta

Ústav techniky a automobilové dopravy

Systémy využití solární energie

Bakalářská práce

Vedoucí práce :

Ing. Martin Fajman, Ph.D.

Vypracoval :

Martin Liška

Brno 2008



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Martin Liška
Studijní program: Zemědělská specializace
Obor: Agroekologie

Název tématu: **Systémy využití solární energie**

Rozsah práce: **25-35 stran včetně příloh**

Zásady pro vypracování:

1. Na základě studia literárních pramenů přehledně zpracujte historii a vývoj využití solární energie, sestavte přehled současných technologií a vysvětlete principy jejich práce
2. Rozveďte technické předpoklady pro využití solárních systémů, zaměřte se na přímé technické využití solárních systémů v praxi
3. Proveďte porovnání solárních systémů s dalšími obnovitelnými zdroji energie, zhodnoťte ekonomické a legislativní podmínky jejich nasazení
4. Porovnejte současnou situaci v České republice se světem a pokuste se sestavit výhled této problematiky do budoucna

Seznam odborné literatury:

1. elektronické informační zdroje
2. firemní literatura
3. odborné časopisy (Alternativní energie, Energie), sborníky z vědeckých konferencí

Datum zadání bakalářské práce: **listopad 2006**

Termín odevzdání bakalářské práce: **duben 2008**

Martin Liška
řešitel bakalářské práce

Ing. Martin Fajman, Ph.D.
vedoucí bakalářské práce

doc. Ing. Miroslav Havlíček, CSc.
vedoucí ústavu

prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
děkan AF MZLU v Brně

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji že jsem bakalářskou práci na téma Systémy využití solární energie vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana AF MZLU v Brně

Dne.....

Podpis.....

Poděkování :

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Fajmanovi Ph.D. za cenné připomínky, rady a poznatky, kterými mi byl nápomocen při zpracování bakalářské práce

Anotace :

Bakalářská práce Systémy využití solární energie pojednává o fotovoltaických a solárně termických systémech. Popisuje jejich historii, současnou situaci a nabízí také vyhlídky do budoucna. Jsou zde zmíněny materiály a technologie, které se používají k jejich výrobě, podmínky použití, výhody a nevýhody jejich použití a konečně i skutečná aplikace fotovoltaického systému, který slouží k výrobě elektřiny pro domácnost. Nakonec jsou zde uvedeny i další obnovitelné zdroje energie jenž se užívají k výrobě elektrické energie nebo tepla.

Annotation :

This bachelor thesis named System of the utilization solar energy deals with photovoltaic and solar termic systems. It describes their history line, actual situation and also brings some expectations for the future. There are mentioned some materials and technologies used for their manufacture, conditions of practical application, advantages and disadvantages and finally real application of photovoltaics which serves as a source of electricity for household. At the end there are presented another renewable energy sources that are in use for generating electric energy or heat.

OBSAH

1 ÚVOD.....	9
1.1 Solární energie	9
1.2 Historie	12
1.2.1 Fotovoltaika	12
1.2.2 Solární termika	13
2 FOTOVOLTAIKA	16
2.1 Fotovoltaický jev	16
2.2 Křemík.....	17
2.4 Výroba monokrystalů.....	19
2.5 Solární modul	22
2 DRUHY FV SYSTÉMŮ	24
3.1 Ostrovní provoz.....	24
3.2 Síťový provoz.....	27
4 REALIZACE FV SYSTÉMŮ	28
4.1 Základní podmínky provozu FV systémů	28
4.2 Příkladová studie	29
4.3 Možnosti získání státní dotace	30
4.4 Interaktivní mapa Evropy	31
4.5 Zákon č.180/2005 Sb.....	31
4.6 Solární elektrárny na území ČR	33
5 SOLÁRNĚ TERMICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	34

5.1 Části solárních systémů.....	34
5.1.1 Kolektor.....	34
5.1.2 Zásobník.....	36
5.1.3 Transportní systém.....	37
5.1.4 Regulace solárního systému.....	37
5.2 Druhy solárních zařízení.....	38
5.3 Možnosti získání státní dotace.....	39
6 OSTATNÍ DRUHY OZE NA ÚZEMÍ ČR.....	41
6.1 Energie vody.....	41
6.2 Energie větru.....	42
6.3 Tepelná čerpadla.....	43
6.4 Pasivní domy.....	44
7 ZÁVĚR.....	45
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	47
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49

1 ÚVOD

Ve své práci se zabývám problematikou využívání solární energie a to především dvěma způsoby, kterými jsou fotovoltaické (dále jen FV) články a solárně termická zařízení. Nejdříve se pokusím stručně charakterizovat samotné sluneční záření, jeho fyzikální vlastnosti, kde vzniká a jakými způsoby se dostává na zemský povrch. Co se s ním následně děje při vstupu do zemské atmosféry a jak je absorbováno různými materiály či povrchy. Poté nastíním historický vývoj a mezníky dvou výše uvedených solárních systémů. V této části budu věnovat svoji pozornost rovnoměrně mezi obě témata. Pokusím se vystihnout celou historickou časovou linii začínající v hluboké minulosti a sahající až do dnešních dnů. Bude následovat část, kde podrobněji rozvedu využívání solární energie pro výrobu elektřiny tzn. část fotovoltaická. Co je jejím hlavním principem, s jakými materiály a technologiemi v současnosti pracuje a neopomenu ani zmínit nejmodernější trendy a postupy, jak při výrobě komponentů zde používaných, tak při následných aplikacích FV systémů. Uvedu také příkladovou studii, která vystihuje možné vydané a získané finanční náklady při praktické realizaci. Poté se zaměřím na systémy v nichž se sluneční energie přeměňuje v teplo tzn. solárně termické systémy a podobně jak u fotovoltaiky stručně nastíním jednotlivé komponenty těchto zařízení, výhody, nevýhody, možnosti jejich používání při ohřevu teplé užitkové vody nebo při temperování obytných prostor. Větší důraz chci klást především na prvně jmenovaný způsob tedy fotovoltaiku. Osvětlím ekonomiku provozu těchto zařízení a možnosti získání státních dotací na jejich případnou realizaci v praxi. Dále bych se chtěl zmínit i o dalších ekologických výrobcích elektrické energie a tepla (voda, vítr, tepelné čerpadlo). V závěru zhodnotím současnou situaci využívání solární energie v České republice a v zahraničí a její vývoj do budoucna. Jaké jsou zde přírodní podmínky pro rozvoj této technologie. Pokusím se zdůraznit potřebu upřednostňování obnovitelných zdrojů energie a také důležitou roli Evropské unie na poli energetiky.

1.1 Solární energie

Jako solární energii označujeme energii dopadající na Zemi v podobě slunečního záření. Primárním zdrojem energie na Slunci je jaderná fúze. Slunce je ve stabilním stádiu svého vývoje a setrvá tak ještě přibližně následujících 5 miliard let. Jde tedy, alespoň z hlediska délky lidského života a z doby trvání lidské civilizace, opravdu o

udržitelný nikoli však věčný zdroj. Ze Slunce je energie přenášena na Zemi formou elektromagnetického záření. Na hranici zemské atmosféry je hustota dopadající solární energie (energetická konstanta) 1353 W/m^2 . Celkem na povrch Země osvětlený Sluncem dopadá zářivý výkon zhruba $180\,000 \text{ TW}$.

První překážkou, stojící slunečnímu záření v cestě, je zemská atmosféra. Na plynech, aerosolech a pevných částicích dochází k rozptylu, odrazu a pohlcení části záření. Mění se tedy spektrum záření i celková intenzita, která se sníží. V našich zeměpisných šířkách v závislosti na denní době či na aktuálním stavu počasí kolísá ozáření od 0 kW/m^2 během nočních hodin až po 1 kW/m^2 za bezmračného letního dne, kdy dopadají sluneční paprsky na povrch kolmo orientovaný ke slunci. Vliv atmosféry je závislý na mnoha faktorech. Těmi jsou například nadmořská výška místa, výška Slunce nad obzorem a s tím související tloušťka vrstvy vzduchu přes kterou musejí sluneční paprsky projít. Dalším ovlivňujícím faktorem je míra znečištění atmosféry. Nad velkými městy nebo průmyslovými aglomeracemi je vyšší obsah tuhých částic, díky kterým je intenzita slunečního záření menší. Pochopitelně největší překážkou jsou mraky, které poměrnou část dopadajícího záření odrazí a rozptýlí.

Po průchodu atmosférou je spektrum slunečního záření pozměněno a ochuzeno o některá pásma vlivem absorpce a rozptylu na molekulách plynu tvořících atmosféru. Veškeré sluneční záření přicházející na povrch Země se nazývá **globální záření**. To zahrnuje záření všech vlnových délek přicházející ze všech směrů. Při praktickém měření intenzity slunečního záření jej rozlišujeme na přímé a difusní (rozptýlené) záření.

Přímé záření

Dopadá kolmo na zemský povrch přímo od Slunce. Dráha daného bodu a slunce je tedy přímka (úsečka). Intenzitu charakterizujeme jako množství záření dopadající na $1 \text{ m}^2/\text{s}$ na plochu kolmou ke slunečním paprskům. Nejčastěji se vyjadřuje ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2} = \text{J}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Máme-li plochu kolmou k paprskům a plochu obecně orientovanou je zřejmé, že na plochu kolmou dopadne více záření, než na plochu ozářenou pod úhlem. Množství energie dopadající na obecně orientovanou plochu nazýváme **insolace**.

Difusní záření

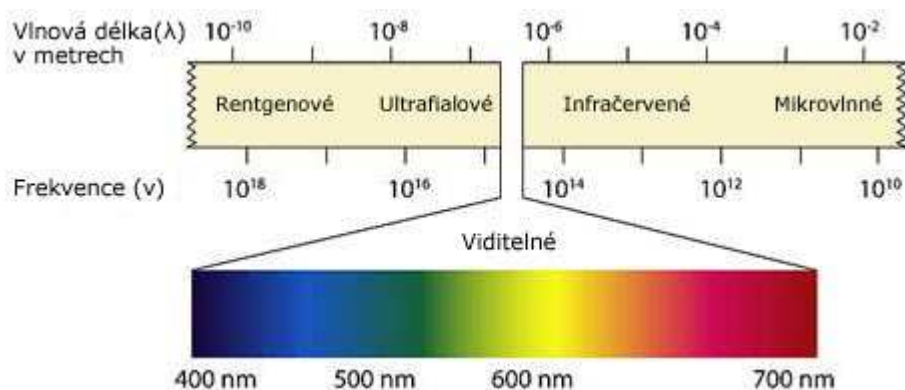
Kromě přímého záření je nutné vysvětlit ještě jeden důležitý jev atmosféry a to je rozptyl. Bez rozptylu by bylo světlo jen na těch místech, kam by dopadalo přímé sluneční záření.

Intenzitu rozptýleného záření definujeme jako jeho množství dopadající na 1m^2 vodorovné plochy za 1s. Za bezoblačných dnů je značně menší než při výskytu oblaků, mlh apod. V případě, že je obloha zatažená, je přímé záření nulové a projeví se jen rozptýlené. Intenzita rozptylu je přímo úměrná množství rozptylujících částic v atmosféře a délce, kterou záření musí urazit. Proto ve vyšších polohách je difusního záření méně než v polohách nižších.

Tab. č. 1 *Hodnoty slunečního záření*

Záření (W/m^2)		Difuzní podíl (%)
Modré nebe	800–1000	10
Zamlžené nebe	600–900	až 50
Mlhavý podzimní den	100–300	100
Zamračený zimní den	50	100
Celoroční průměr	600	50–60

Spektrální rozsah slunečního světla je 30 až 3000 nm. Vlnové délky nižší než 300 nm připadají na ultrafialové záření, které je lidským okem neregistrovatelné. To je silně pohlcováno v horních vrstvách atmosféry díky zde přítomnému ozónu. Toto záření, které je poměrně významné jako možný zdroj zdravotních obtíží, je ale zanedbatelné z hlediska energetického. Vlnové délky přibližně 400–780 nm odpovídají fotosynteticky aktivnímu světelnému záření a vlnové délky nad 800 nm se již počítají k infračervenému (tedy tepelnému) záření.



Obr. č. 1 *Světelné spektrum*

V České republice se celková doba slunečního svitu pohybuje od 1400–1800 h/rok. V horských a podhorských oblastech 1600 h/rok a v nížinných oblastech jižní Moravy až 2000 h/rok. V našich klimatických podmínkách dopadá ročně na 1 m² vodorovné plochy 800–1250 kWh zářivé energie. Z toho přibližně 75 % připadá na období od dubna do října a 25 % na zbývající část roku.

1.2 Historie

1.2.1 Fotovoltaika

Historie tohoto odvětví sahá až do poloviny devatenáctého století. Začalo to v roce 1839 tehdy náhodným objevem mladého devatenáctiletého francouzského fyzika **Alexandra Edmonda Becquerela**. Ten při svých experimentech s kovovými elektrodami ponořenými v elektrolytu došel k zjištění, že při světelné expozici jimi začne procházet malý proud. Dalším posunem vpřed byl rok 1877 když **William Grylls Adams** a **Richard Evans Day** za použití selenu, u kterého v roce 1873 objevil **Willoughby Smith** fotovodivost, vyrobili první skutečný FV článek.

Roku 1933 americký vynálezce **Charles Frits** vytvořil články, které měly plochu až 30 cm², účinnost kolem 1% a bylo je možné vyrábět hromadně. Stále však především vlivem nízké účinnosti nedochází ke komerční výrobě článků. O krok kupředu dostal vývoj polský vědec **Jan Czochralski**, který přišel na způsob jak připravit monokrystal křemíku.

Roku 1954 byl představen pány **Rappaportem, Loferskim** a **Jennym** ze společnosti RCA FV článek s p-n přechodem a ten samý rok byly v Bellových laboratořích vyrobeny články s účinností kolem 6 %, která již byla poměrně dostačující. Díky vysoké výrobní ceně stále nedochází k většímu rozšíření do praxe.

O rok později začala s prodejem FV zařízení americká firma Western Electric, jakými byla například měnička dolarových bankovek napájená solární energií nebo přístroj sloužící k dekódování počítačů pracujících s děrnými štítky.

Společnost Hoffman Electronics zvýšila v roce 1957 účinnost článků na 8 %. Na začátku šedesátých let dosahovaly účinnosti až 14 %. Vanguard I je název prvního fotovoltaikou napájeného satelitu, který byl na oběžnou dráhu vypuštěn roku 1958. Tento čin napomohl dalšímu rozvoji solární technologie, protože mimo zemský povrch, na umělých družicích, to byl v podstatě jediný zdroj energie pro jejich přístroje. V průběhu

šedesátých let vývoj pokračoval a to jak ve vesmíru, tak i prostředí terestrickém, ve kterém se uplatňuje fotovoltaika od sedmdesátých let. Důvodem je pokles její ceny vlivem rozšíření křemíkových součástek a následně i levnější velkovýrobou čistého křemíku. V neposlední řadě je podnětem k rozvoji ropná krize, během které se kvůli snížení dosavadní závislosti na této komoditě hledaly další možné zdroje energie. Vlády tehdy začaly vydávat velké finanční prostředky na výrobu nových technologií. Spojené státy Americké v roce 1977 v Coloradu zakládají Institut výzkumu solární energie (SERI) ze kterého se později za vlády George Bushe staly Národní laboratoře obnovitelných zdrojů energie (NREL) spadající pod ministerstvo energetiky. Zde dosahuje produkci výroby fotovoltaiky zhruba 500 kW.

1.2.2 Solární termika

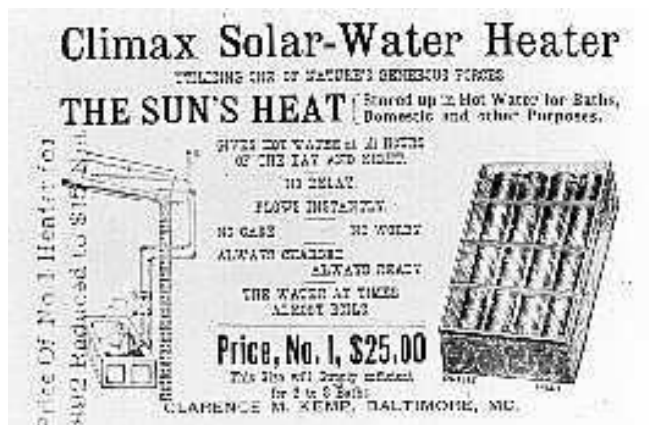
Její historie sahá až do starověku. Již mezi prvním a čtvrtým stoletím našeho letopočtu si stavěli Římané své lázeňské domy s velkými jižně orientovanými okny, aby získali teplo ze slunečních paprsků. V šestém století jsou sluneční pokoje a domy poměrně rozšířenou záležitostí. Císař Justinián ustavuje sluneční práva, která zajišťují přístup budov ke slunci. Dalším obdobím v oboru využívání tepla ze solární energie je třinácté století. V Severní Americe si předkové lidu Pueblo, známí jako Anasazi, stavějí svá obydlí stěnami natočenými k jihu, aby zachycovali teplo zimního slunce.

V roce 1767 je švýcarský vědec **Horace de Saussure** pověřen stavbou prvního „solárního kolektoru“ na světě, který byl později využit Sirem Johnem Herschelem k přípravě jídla během jihoafrické expedice v třicátých letech devatenáctého století. Tento přístroj, jakási „horká skříňka“ (v originále hot box), byla odizolovaná bedna obdélníkového tvaru vyrobená ze dřeva, shora krytá sklem a se dvěma menšími bednami uvnitř. Když byl tento aparát vystaven slunci, vnitřní bedny se zahřály až na teplotu 109 ° C tzn. 9 ° C nad bod varu vody. De Saussure si však nebyl jist jak celá věc funguje. Nicméně se tento vynález stal prototypem slunečních kolektorů poskytujících teplou vodu, vyráběných od roku 1892. [1]

V devatenáctém století existovaly různé způsoby ohřevu vody. Lidé používali především kamna, kde se topilo dřevem nebo uhlím. Občas se však nepodařilo oheň uhlídat, a nebylo tak daleko k případnému vzniku požáru. Jelikož byla cena uhlí a ostatních surovin mnohdy vysoká a často nebylo ani k dostání, přišli průkopníci tohoto

oboru na nový, levný a bezpečný způsob. Vystavit slunci kovovou nádobu, nádrž natřenou černou barvou, aby co možná nejvíce absorbovala sluneční paprsky.

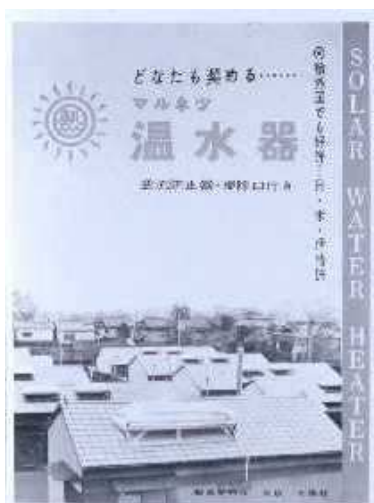
Roku 1891 si **Clarence Kemp**, prodejce ohřevného zařízení z Baltimoru v Americkém státě Maryland, nechal patentovat způsob, jak zkombinovat klasické nádoby vystavované slunečním paprskům s vědeckým principem zařízení „hot box“. Zvětšila se tak kapacita sesbírat a udržet potenciální sluneční teplo. Kemp nazval tento svůj výrobek Climax a vznikl tak první solární kolektor na světě. Tento přístroj se prodával především ve státech, kde je velký počet slunečných dnů a kde bylo konvenční palivo poměrně drahé. Tak tomu bylo například v Kalifornii, kde si lidé montovali Climax na střechy svých domů.



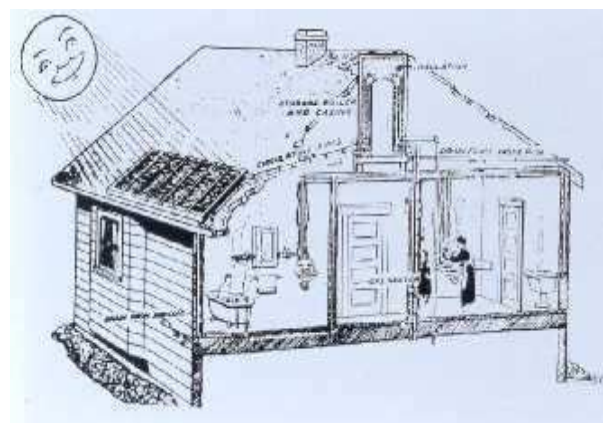
Obr. č. 2 Zařízení Climax

Od té doby se mnoho vynálezců pokoušelo Climax vylepšovat. Nikdo však nezměnil ten fakt, že ohřivací a uskladňovací jednotka byla pohromadě a oba dva komponenty tak byly vystaveny vlivům počasí a chladu nočních teplot. Roku 1909 si **William J. Bailey** nechal patentovat solární ohřivač vody, který byl rozdělen do dvou částí. Ohřivací element byl na osluněných místech a izolovaná jednotka na skladování teplé vody byla uložena v domě. Teplá voda tak mohla být užívána přes noc a dokonce i v ranních hodinách. Do roku 1918 se prodalo těchto ohřivačů více než 4000 kusů.

V Japonsku se obdobně snažili využívat levnou a dostupnou energii k zásobování teplou vodou. Bylo to především vlivem pěstitelů rýže, kteří si chtěli dát po práci horkou koupel. Když začali japonské společnosti distribuovat tato jednoduchá solární zařízení, do šedesátých let jich bylo v provozu již kolem 100 000 kusů a v následujících letech vzrostl roční nákup až na 250 000 kusů. V současné době je odhadováno, že využívá tato zařízení 10 000 000 tamních domácností. [2]



Obr. č. 3 Solární ohřev vody



Obr. č. 4 Instalace solárně termického systému na budově v dobovém provedení

2 FOTOVOLTAIKA

2.1 Fotovoltaický jev

K tomu abychom pochopili jak je možné, že se sluneční záření, které je v podstatě proud fotonů, proměňuje na elektrickou energii je nejdříve nutné pochopit princip fotovoltického jevu. Během tohoto procesu se elektromagnetické záření přicházející ze Slunce, v našem případě viditelné světlo, mění na elektřinu za pomoci volných elektronů vyskytujících se v kovech. Jedná se tedy o základní fyzikální princip, při kterém jsou využívány FV články. Světlo, které na ně dopadá, může být odraženo nebo pohlceno. Absorbované světlo pak slouží ke generování elektřiny. Dle zákona zachování energie, elektrony v kovu nebo polovodiči absorbují energii fotonů. Pokud je tato energie dostatečná, elektron je emitován z povrchu kovu a zanechá po sobě v kovu kladný náboj. Standardně je toto označováno jako „díra“. Jeden foton slunečního paprsku, který má energii danou jeho frekvencí, může takto „zasáhnout“ opět pouze jeden elektron, jelikož energie jednoho fotonu je absorbována jenom jedním elektronem. Elektrony takto emitované jsou často nazývány fotoelektrony.

Existuje také několik pravidel fotoelektrické emise :

- Pro daný kov a frekvenci příslušného záření je míra jakou jsou uvolňovány elektrony přímo úměrná intenzitě příslušného záření
- Pro daný kov existuje minimální frekvence příslušného záření, pod kterou se již elektrony neuvolňují. Tato se nazývá prahová frekvence
- Nad prahovou frekvencí je maximální kinetická energie emitovaných fotoelektronů nezávislá na intenzitě příslušného světla, důležitá je ale frekvence daného světla.
- Časový interval mezi dopadem záření a emisí fotoelektronů je velmi krátký, méně než 10^{-9} sekundy

[3]

Tento proces se lépe uskutečňuje spíše než v kovech v polovodičích. To jsou látky, jejichž elektrické vlastnosti spadají někde na rozhraní mezi kovy a izolanty. Nejsou v nich volné elektrony, vlivem dopadu slunečních paprsků v nich však mohou vznikat.

2.2 Křemík

Křemík (lat. *Silicium*) je polokovový prvek hojně se vyskytující v zemské kůře (asi 26% což z něj dělá druhý nejvíce zastoupený prvek hned po kyslíku). Jeho hustota je 5×10^{22} atomů v 1 cm^3 . Kromě výroby polovodičových součástek je používán také k výrobě skla či keramických a stavebních materiálů. Je tvořen mřížkou atomů křemíku, které jsou navzájem propojeny kovalentní vazbou. Tyto vazby však nejsou tak pevné jako například vazby uhlíku ve formě diamantu a k uvolnění elektronu stačí křemíku dodat poměrně malé množství energie. Z tohoto důvodu v jisté míře i při pokojové teplotě vede elektrický proud. Se zvyšováním teploty jeho vodivost narůstá a obdobná situace nastává i při jeho osvětlení slunečním zářením. Ze všech polovodičů, které se vyskytují v přírodě nebo které lze vyrobit v laboratorních podmínkách, má pouze křemík vlastnosti prvku vhodného pro hromadnou výrobu. Je k dispozici takřka v neomezeném množství. Lze jej snadno tavit, rychle krystalizuje, má dostatečnou pevnost a dá se poměrně dobře zpracovávat. Není jedovatý nebo nějakým způsobem zdravotně škodlivý. Nemá negativní vlastnosti na životní prostředí a odpady z něj vzniklé se dají bez problému odstraňovat. Jeho elektrické vlastnosti umožňují využití křemíkových prvků i v oblasti vysokých výkonů. Také při všech obvyklých teplotách okolí, které se mohou na Zemi vyskytovat (s maximální hodnotou $125 \text{ }^\circ\text{C}$) a až do kmitočtu 3 GHz. Čistý křemík je pro průmysl vyráběn s čistotou 99,999 999 9 % a látky o této čistotě se po celém světě vyrábí tisíce tun. [4]

Výroba křemíku (polykrystalického)

Jako výchozí látka pro čistý křemík je používán metalurgicky surový křemík, který se získává z křemene (oxidu křemičitého). Prvním stupněm výroby je redukce křemene a uhlí v elektrických nízkošachetných pecích při teplotách $1800 \text{ }^\circ\text{C}$. Takto se dá získat surový křemík o čistotě kolem 98% (jeho cena se pohybuje pod 2 USD/kg). Ten se používá převážně ve výrobě hliníku a oceli jako legovací přísada a v chemickém průmyslu jako výchozí materiál k výrobě čistého křemíku. Z důvodu vysoké energetické náročnosti při výrobě jednoho kila surového křemíku (15 až 25 kWh) sídlí firmy zabývající se jeho výrobou v zemích s levnou elektrickou energií. Těmi jsou například Brazílie, Kanada nebo Norsko.

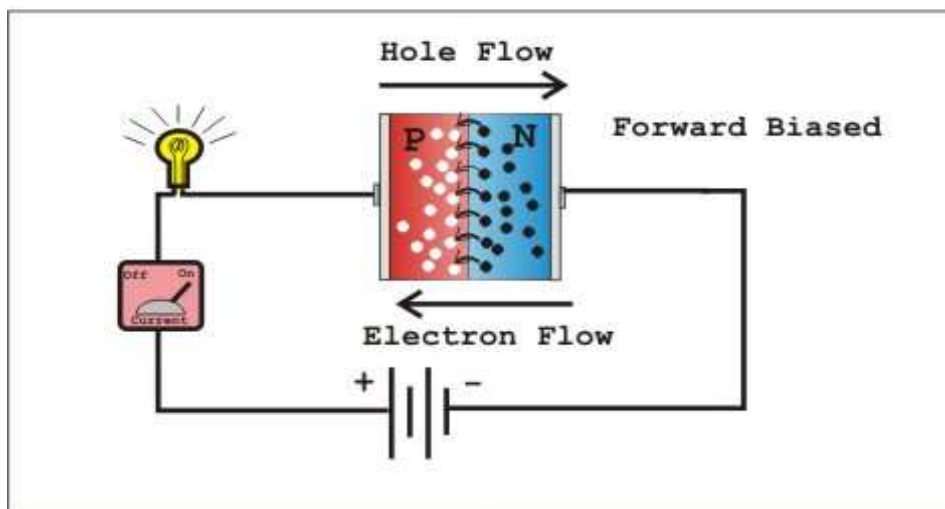
V následující fázi je tento křemík převeden na těkavou sloučeninu, která se dá dobře vyčistit destilací. Tomuto postupu se říká chlorsilanový proces, který se děje v reaktoru.

Princip reaktoru byl vyvinut firmou Siemens. Charakteristika toho reaktoru spočívá v rozkladu a usazování žhavé tyče z nejmčistšího křemíku, přičemž se zabraňuje znečištění separovaného materiálu případnými cizorodými látkami. Tyto tyče mají průměr zhruba 8 mm a délku 2 metry.

Další metody praktikované v menším rozsahu v USA a Japonsku využívají tčkavosti křemíkovodíku a separačního efektu, který vzniká při jeho uvolňování a destilaci. Cena polykrystalického křemíku se pohybuje v desítkách dolarů za kg.

2.3 Princip p-n přechodu

Důležitou součástí FV článku, jenž je základním stavebním kamenem naší moderní elektroniky, je p-n přechod.



Obr. č. 5 Schéma p-n přechodu

Čistý křemík má z hlediska pásové struktury vlastnosti polovodiče. Z hlediska polovodivých aplikací se však častěji používá křemík s příměsí jiného prvku, což má za následek elektronovou resp. děrovou vodivost a snížení elektrického odporu. Zpravidla je dopován malým množstvím jiných prvků. (např. fosfor nebo bór)

Jestliže přidáme do křemíku fosfor vznikne polovodič typu n. Jeho vlastností jsou nadbytečné elektrony a je více vodivý než čistý křemík. Přídavkem bóru pak vznikne

polovodič typu p s nadbytečnými dírami. Samotný p-n přechod je tenká vrstva vzniklá těsným spojením těchto dvou typů polovodičů.

Spojíme-li dohromady polovodič typu n a polovodič typu p, dojde k tomu že ve snaze vyrovnat koncentrace difundují elektrony do části p a díry do části n. Vždy, když přijde do kontaktu díra a elektron, dojde k takzvané rekombinaci nábojů tzn. elektron zapadne do díry. Pohyb nabitých částic na opačné strany ovšem brzy skončí, protože po elektronech zůstanou v polovodiči typu n kladně nabité náboje a po dírách v polovodičích typu p záporné náboje. Vzniklé elektrické pole další difuzi zastaví, a tak dojde k přesunu jen malé části elektronů a děr v blízkosti p-n přechodu a ustaví se rovnováha, kdy stejné množství elektronů, které projde v důsledku difuze, je přetaženo zpátky působením elektrického pole. Výsledek procesu je výrazné snížení vodivosti v oblasti p-n přechodu a vytvoření elektrického potenciálu (na p-části přechodu je záporný náboj a na n-části kladný). Této vlastnosti p-n přechodu se využívá v usměrňovacích diodách. Připojíme-li na stranu p kladný pól zdroje napětí a na stranu n záporný pól zdroje, potom může elektrický proud přechodem p-n procházet. Při obrácení polarity je tento proces potlačen.[5]

2.4 Výroba monokrystalů

Jednoduché elektronické součástky jakými jsou FV články, mohou být vyráběny z křemíku polykrystalického, avšak při vysokých nárocích by elektrické průrazy a rekombinace nosičů náboje na hranicích zrn vedly vlivem nedokonalosti krystalů k poruchám. Polovodičové prvky tedy vyžadují téměř dokonalý monokrystal.

Výrobní proces pro tento účel používaný se nazývá tažení z kelímku dle **Czochralského metody**. Takto se dají táhnout válcové monokrystalové o průměru až 200 mm a hmotnosti 70 kg. Dnes se tímto hospodárným způsobem vyrábí většina křemíkových monokrystalů. Využívána je také **metoda zónového nebo též pásového tavení**. Výhodou je v tomto případě eliminace znečištění stěnami tavicí nádoby.

Oba dva výše popsané způsoby dávají vzniknout takřka dokonalým krystalům, u kterých se velké poruchy struktur, jako jsou deformace či posuny jader zrn, prakticky nevyskytují.

Ingoty monokrystalického křemíku se poté dělí na plátky. K tomuto účelu je určena pila osázená diamanty. Přesně řečeno hrana jejího listu, tvořená velmi tenkým ocelovým plechem upnutém na otáčivém bubnu, je pokryta diamantovým práškem. Řezat je možno plátky s šířkou pohybující se od 0,2 do 0,3 mm. V poslední době je dosahováno tloušťek až 0,1 mm. Po odřezání se plátky jemně brousí tzv. lapují a v dalším výrobním procesu se zakulacují.



Obr. č. 6 *Ingoty monokrystalického křemíku*

V FV technice se používají takto nařezané a vybroušené plátky. Celý tento výrobní proces je vysoce energeticky i technicky náročný. Nejedná-li se zrovna o techniku použitou například u kosmických družic, kde by se takto daly ospravedlnit vynaložené vysoké finanční náklady, nelze se divit, že se intenzivně hledají způsoby, jak využít co možná nejlevnější materiály a zjednodušit také jednotlivé kroky výrobního procesu.

Z dnešního pohledu jsou nejběžnějším typem FV článků modely vyrobené z **polykrytalického křemíku**. Ty se vyrábí řezáním ingotů na tenké plátky nebo odléváním čistého křemíku do forem, což je podstatně snadnější metoda než tažení. Odléváním lze také připravit například bloky tvaru čtverce či obdélníku. Přestože mají tyto články horší elektrické vlastnosti vlivem většího odporu, jejich podstatné klady tkví v tom, že výchozí surovina je levnější a lze je vyrábět ve větších rozměrech.

Solární články z amorfního křemíku jsou rozšířeny hlavně v oblastech s malými výkony. Produkty z tohoto materiálu se používají v kalkulačkách či náramkových hodinkách. Mají nízký stupeň účinnosti (pouze něco kolem 2 až 6 %), protože však tyto stroje odebírají malý proud, pracují FV články prakticky naprázdno (mají dostatečnou rezervu výkonu). Výrobní proces spočívá v rozkladu sloučenin křemíku ve vodíkové atmosféře. Tímto způsobem se dají připravit velmi tenké vrstvy křemíku na skleněném, plastovém či nerezovém podkladu. Tato vrstva nemá pravidelnou krystalickou strukturu, je tedy amorfni. Z takto vzniklých produktů je možno zhotovovat krycí fólie na střechy či využít je jako součást oblečení.

Jejich nesporná výhoda spočívá v nízkých výrobních nákladech, což je vhodné pro velkosériovou výrobu. Do budoucna se předpokládá další vývoj těchto článků především ve smyslu zvýšení účinnosti a snížení ceny.

V současnosti se však pro výrobu FV článků nepoužívá pouze křemík. Ve Spojených státech probíhá výzkum s cílem vytvořit technologie výroby, jež by měly zajistit cenu FV článků natolik nízkou, aby se v blízké budoucnosti vyrovnala cena elektřiny vyrobená fotovoltaikou ceně z klasických zdrojů. Dnes se tak můžeme setkat s novými materiály. Tím může být například **Galiumarsenid (GaAs)**.

V tomto případě jde o tenkovrstvé články mající vysokou absorpci záření. Nejsou citlivé na vyšší teploty a také mají vysokou odolnost vůči radioaktivnímu poškození nebo kosmickému záření. Hlavní nevýhodou je vysoká cena monokrystalického GaAs (galium je poměrně vzácný kov a arsen je jedovatý prvek). GaAs je používán ke konstrukci vícepřechodových FV článků.

Články **CIS (CuInSe₂)** jsou tenkovrstvé články ze selenidu mědi a india. Přestože jsou velmi tenké, mají vysokou absorpci záření. Laboratorní účinnost byla dosažena až 18% což je hodnota poměrně vysoká.

Další slibný druh polykrystalického tenkovrstvého článku je vyráběn z **teluridu kademnatého (CdTe)**. Tento materiál má ideální vzdálenost valenčního a vodivostního pásu a velkou absorpci slunečního záření. Negativem je ovšem relativně velký elektrický odpor vedoucí ke ztrátám.

Organické fotovoltaické články

Při jejich výrobě je kladen důraz především na nízkou cenu, ohebnost a pružnost článků. Tento druh článků je potenciálně velmi slibným. V současné době jde však o obor poměrně nepřehledný a tak relativně málo využívaný. V komerčních aplikacích se

nejčastěji setkáme s firmou Konara. Ta používá jako materiál na tyto články elektricky vodivé polymery. Existují zde však problémy s účinností, protože pohyblivost elektronů v organických systémech je horší než v anorganických systémech. Jsou zkoušeny i kombinace organických molekul s nanotyčinkami CdSe

Vícepřechodové struktury

Využívají toho faktu, že při vytvoření vícevrstevné struktury, kdy každá část je optimalizována na určitou část slunečního spektra, lze dosáhnout lepšího využití energie dopadajícího záření. Proud je sice redukován, nicméně je zvýšeno napětí článku. Fotony ve slunečním spektru mají různé vlnové délky. Ty s menší energií, než je šíře zakázaného pásu polovodiče, projdou bez zachycení. Naopak fotony s energií větší zase využijí jen její část a zbytek promění v teplo. Jelikož je tedy možné využívat více částí spektra (teoreticky plné sluneční spektrum), je vícevrstevná struktura výhodná.

Jednotlivé vrstvy jsou tvořeny intermetalickými sloučeninami prvků III. a V. skupiny. V současnosti jsou dostupné třívrstvé články, pracuje se však i na čtyř a šestivrstvých skupinách. Tato technologie je logicky výrazně finančně náročnější než standardní křemíkové články. Z tohoto důvodu se používají s vhodnými koncentrátory umožňujícími snižovat plochu článků a zlepšovat poměr ceny k užitné hodnotě.

Účinnost FV článků v závislosti na typu substrátu:

4–8% při použití amorfního křemíku

10–18,5% při použití polykrystalického křemíku

13–17% při použití monokrystalického křemíku pro běžné nasazení

34% u kvalitních monokrystalických článků pro kosmické účely

2.5 Solární modul

Jelikož jsou solární články poměrně komplikovaná zařízení, která se musejí chránit před okolními vlivy prostředí (tzn. před případným znečištěním, mechanickým poškozením, větrem nebo vertikálními atmosférickými srážkami jako jsou kroupy či déšť) je vhodné je spojovat dohromady. Napětí jednoho FV článku je malé. Zapojíme-li ho však do série tak, že utvoříme solární modul, získáme napětí vyšší .

Nevýhodou tohoto způsobu zapojení je případný snížený dodávaný výkon z důvodu nestejněoměrného ozáření sluncem. Proud při tomto zapojení je ve všech článcích stejný, takže celý modul dodává proud vyráběný nejhůře osvětleným článkem. Jestliže tedy kompletně zastíníme jeden článek v modulu, i přesto že ostatní jsou osvětleny, systémem nepoteče proud a tudíž nebude vyráběn ani žádný výkon.

Konstrukce modulů nejčastěji vypadá následovně. Horní stranu tvoří speciálně tvrzené sklo, které propouští na článek co možná nejvíce světla. To je kombinované s pevným hliníkovým rámem. Zadní strana je uzavřena vysoce pevnou, vícevrstvou fólií z umělé hmoty (používá se materiál Tedlar, fluorpolymer, který nepropouští vodní páru) nebo druhou skleněnou destičkou. Modul je též utěsněn etylenvinylacetátovou fólií (EVA) a usazen do pevného rámu, který zlepšuje jeho manipulaci a stabilitu například při montáži na střeche.

Zvýšit účinnosti FV modulů lze prostřednictvím zvýšení intenzity záření na něj dopadajícího a jím pohlcovaného. K tomuto účelu jsou používány antireflexní vrstvy, které usnadňují vstup elektronů do FV článku. Průhledné sběrné kontakty tvaru mřížky na vrchní straně článku také eliminují určitou zastíněnou část na kterou dopadá záření.

Naváděcí systémy jež natáčí solární moduly nebo celé solární generátory v průběhu dne ke slunci, významně zvyšují denní produkci elektřiny. Jako nejčastěji používané navádění slouží automatické natáčení kolem jedné osy, které přes den sleduje pohyb slunce na obloze. V průběhu roku se mění horizontální poloha slunce na obloze. Z tohoto důvodu se musí přístroj ručně přenastavovat. Zařízení je vybaveno stejnosměrným motorem otáčející FV moduly upevněné na ose dle polarity proudu na jednu či druhou stranu.

U velkých systémů se obvykle využívá natáčení FV modulů ve dvou osách. Tento systém je pak řízen počítačem, který má v paměti uloženou pozici slunce v každém okamžiku. Přesto tyto způsoby navádění nemají ve středoevropském klimatu z ekonomických důvodů větší opodstatnění. Zde je zpravidla výhodnější instalovat místo naváděcího zařízení spíše odpovídající pevný solární generátor.

Výkon se u FV zařízení vyjadřuje obvykle v kWp (kilowatt peak). To je jednotka výkonu solárního článku nebo panelu v bodě maximálního výkonu za standardních testovacích podmínek (1000W/m^2 ; AM 1,5; $25\text{ }^\circ\text{C}$). V podmínkách ČR vyrobí 1 kWp (cca 10 m^2 panelů) průměrně 800 – 1100 kWh elektrické energie (za předpokladu FV článků z monokrystalického, popř. polykrystalického křemíku, běžná účinnost střídačů apod.). [6]

2 DRUHY FV SYSTÉMŮ

V zásadě se můžeme v praxi setkat se dvěma druhy provozů určených k výrobě elektřiny s FV články:

- a) ostrovní provoz
- b) síťový provoz

3.1 Ostrovní provoz

U ostrovního provozu se jedná o systém, který není připojen k elektrické rozvodné síti. Je také nazýván autonomním systémem. Výkony se typicky pohybují v intervalu 0,1 – 10 kW špičkového výkonu. Důraz je zde kladen na minimální ztráty energie a používání energeticky úsporných spotřebičů. Tyto systémy se dále dají rozdělit na :

- s přímým napájením
- hybridní ostrovní systémy
- s akumulací elektrické energie

Systémy s přímým napájením

Používají se v místech, kde nevadí ten fakt, že je připojené elektrické zařízení funkční jenom po dobu dostatečné intenzity slunečního záření. Jedné se pouze o propojení

Hybridní ostrovní systémy

Používají se v místech nutného celoročního provozu a tam kde je občas používáno zařízení s vysokým příkonem. Je zde nutné navrhovat zařízení i na zimní provoz, protože v tomto roční období je z FV zdroje možné získat poměrně méně elektrické energie než v létě. Systém se tedy vybavuje doplňkovým zdrojem elektřiny, který pokryje potřebu elektrické energie v obdobích s nedostatečným slunečním svitem.

Systémy s akumulací elektrické energie

Jsou využívány v místech, kde je potřeba elektrické energie i v období kde dochází k absenci slunečního záření.

Slunce bohužel nesvítí (a to nejen v našich zeměpisných šířkách) stále, v noci nesvítí nikdy a ve dne také ne vždy. Z tohoto důvodu má použití fotovoltaiky smysl jen tehdy, existuje-li současně i možnost skladování energie. Investic s tím spojených je možno se

zbavit jen v několika málo případech, např. u zavlažovacích zařízení v jižních krajích. Tam je totiž vody nejvíce zapotřebí, když je slunce neaktivnější. Od skladování energie je také možno upustit, když je solární zařízení provozováno ve veřejné síti, které při výpadku solární energie potřebnou energii dodá nebo také u solárně napájených přístrojů s extrémně malým příkonem. Skladování elektřiny je rovněž jedním z nejkritičtějších aspektů využití solární energie z hlediska ochrany životního prostředí. Je zde totiž zapotřebí pracovat s dosti nebezpečnými látkami, jako je olovo, kyselina sírová, kadmium, nikl. Bohužel doposud neexistuje žádná „přírodně-biologická“ metoda. [5]

Pro ukládání elektrické energie v tomto druhu izolovaného systému je dnes používáno výhradně elektrochemických zařízení jakými jsou **akumulátory**. Ty lze oproti bateriím opakovaně nabíjet. Zde je tedy ukládán elektrický proud prostřednictvím chemických pochodů, které jsou vratné.



Obr. č. 7. *Olověný akumulátor*

Olověné akumulátory jsou nejrozšířenější zřejmě vlivem jejich používání v automobilech. Skládají se z částí spojených za sebou. Jmenovité napětí každého článku je 2 V, takže pro dosažení napětí akumulátoru 12 V je nutno spojit 6 těchto galvanických článků. U FV zařízení je potřeba využívat kapacitu akumulátorů v širokém rozsahu a proto musejí snášet i hluboká vybíjení. Speciální solární akumulátory lze takto vybit až 2000 x. Neexistuje standardní akumulátor, který by byl ve stejné míře vhodný pro všechny aplikace, takže jsou na trhu nabízeny startovací akumulátorové baterie, solární akumulátory či pevné akumulátory. Kromě klasických olověných akumulátorů plněných kyselinou sírovou existují také typy gelové. Zde je H_2SO_4 zahuštěna vysoce disperzní kyselinou křemičitou.

Nikl-kadmiové akumulátory

Jsou oblíbené u mobilních přístrojů především díky jejich menším rozměrům srovnatelných s rozměry baterií. Další výhodou je jejich na teplotě nezávislá pracovní schopnost. Na rozdíl od výše uváděného olověného akumulátoru mu svědčí občas i úplné vybití a následné plné nabití, neboť tím dochází k jeho mírné regeneraci.

Regulátor nabíjení

Je důležité zařízení zajišťující spojení mezi solárním generátorem, akumulátorem a spotřebičem. Řídí správný průběh procesu nabíjení a vybíjení tak, že zajišťuje optimální nabíjení akumulátoru, aby se dosáhlo jeho největší životnosti. Poté zabraňuje vybíjení akumulátoru přes solární generátor a nakonec chrání akumulátor před hlubokým vybitím. Jestliže zaregistruje příznaky hlubokého vybití, odpojí spotřebič od akumulátoru a zabrání tak možnému poškození.

Aplikace autonomního systému

Využití FV modulů pro **pohon čerpadel**, které získávají kvalitní a čistou vodu z hlubinných vrtů v rozvojových zemích se jeví jako velmi užitečné, protože zde není potřeba zapojení akumulátorů a tak dochází k relativnímu zlevnění celého systému.

Před léty se také osvědčilo **vybavování lodí** či plachetnic FV zařízeními. V takových podmínkách pak mohou sloužit k udržování palubních akumulátorů v nabitém stavu v zimním období, k napájení palubní sítě o víkendovém provozu nebo k trvalém provozu při dálkových plavbách, jestliže se chceme obejít bez hlučného vznětového motoru.

Možnost autonomního zdroje energie formou solárního generátoru u **obytných automobilů**. Převážně se jedná o ty druhy vozů, které jsou využívány při prázdninových cestách v zemích bohatých na sluneční svit. Takovíto solární modul zde kromě zdroje energie pro osvětlení může také suplovat prostředek na chlazení, tedy absorpční lednici, která potřebuje pro svůj provoz plynové bomby.

Místa položená ve vysoké nadmořské výšce (např. **horské chaty**) často nemají přípojku na elektrickou síť. Občas se zde získává elektrické energie prostřednictvím diesellových agregátů, které jsou však hlučné, vyžadují zásobování palivem, stálou údržbu a v neposlední řadě nejsou citlivé vůči životnímu prostředí. Z těchto a dalších důvodů je

vhodné aplikovat do těchto horských staveb FV techniku. Takto vyrobená elektřina ve spojení s moderními zdroji světla jako jsou úsporné zářivky či LED diody představuje zajímavou alternativu ke konvenčním druhům osvětlení. Například petrolejové lampy užívané v současnosti se musí plnit petrolejem dováženým zdaleka a také mají nízkou účinnost (pod 1 %). [7]

3.2 Síťový provoz

Jedná se o systém připojený k elektrické síti. (v angličtině nazýván také jako grid connected systém – „**grid-on**“). Je nejvíce uplatňován v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. Jestliže je dostatečné množství slunečního svitu tak jsou spotřebiče nacházející se v budově napájeny vlastní vyrobenou solární elektřinou a případný přebytek je dodáván do veřejné rozvodné sítě. Špičkový výkon těchto zařízení se pohybuje řádově v hodnotách od jednotek kW až po desítky MW. Obvyklá domácí zařízení jsou zpravidla koncipována se jmenovitým výkonem od 1 do 10 kW což odpovídá ploše solárního generátoru 10-100 m². Je však možné budovat solární zařízení o téměř libovolné velikosti z důvodu modulární konstrukce. Velké solární zařízení s FV panely a dodávkou do rozvodné sítě si většinou pořizují zájemci, kterým zařízení přinese i jiné než ekonomické efekty a kteří si je mohou dovolit. Instalace se tak realizuje na budovách bank, hotelů či průmyslových konsorcií. Na fasádách těchto staveb se dají z FV panelů udělat zajímavé mozaiky, které jsou kromě jejich estetické hodnoty i účelné. Jeden z největších takto instalovaných FV systémů v ČR se nachází na hotelu Corinthia v Praze.

4 REALIZACE FV SYSTÉMŮ

4.1 Základní podmínky provozu FV systémů

Klimatické podmínky v místě instalace

Množství sluneční energie je závislé na zeměpisném umístění daného místa přičemž na území České republiky připadá průměrné ozáření vodorovné plochy od 1 do 1,35 kWh na m²/rok. Funkcí této hodnoty jsou však i mikroklimatické jevy či znečištěné ovzduší, které ji mohou podstatně snížit.

Zastínění

Bohužel již nepatrné zastínění jediného článku může mít velký vliv na snížení celkového vyráběného výkonu zařízení, proto je důležité dbát takového umístění, aby nedocházelo k případnému zastínění stromy, listy či elektrickým vedením. Pro náběh elektrárny postačí 5% intenzita světla.

Účinnost solárních modulů a střídače

Na celkové účinnosti zařízení se podílí jednotlivé komponenty, kterými jsou solární moduly, solární vedení, skřínky generátorů a střídače. Solární modul má účinnost dle technických parametrů výroby. Účinnost, respektive ztráty u vedení jsou přímo úměrné jeho délce a průřezu. U střídačů je důležitá kromě maximální účinnosti i účinnost v oblasti nízkého a středního zatížení.

Instalace a čištění

Důležitá je správná instalace panelů. Nejvyššího výkonu dosáhneme při orientaci na jih s odchylkou 0 ° až 15 ° na západ a při dodržení sklonu 35 ° při pevné instalaci. Na základě testování FV systémů se ukázalo, že znečištění FV článků usazeninami a prachem se po určité době stabilizuje a déšť odstraní za jednotku času zhruba tolik špíny, kolik se jí tam stihne usadit.

Instalaci na střechu domu lze provést na stavební ohlášení. Pro umístění na pozemku je nutné stavební povolení. Tuzemské banky registrují fakt, že tuto oblast bude dobré podporovat investicemi, ale zatím jejich přístup není tak pružný, jak by si investoři do OZE (obnovitelné zdroje energie) představovali.

4.2 Příkladová studie

Využití FV elektrárny o výkonu 4,5 kW na rodinném domě [8]

Charakteristika systému :

FV systém je instalován na šikmé střeše rodinného domu mezi Chrudimí a Pardubicemi. K montáži FV zřízení na střechu není potřeba v tomto případě žádného povolení, jestliže má tentýž sklon jako střecha a nepřesahuje-li střechu o více než 20 cm přes její okraj. Výjimkou mohou být budovy památkově chráněné u nichž je potřeba povolení příslušné obce a příslušného památkového úřadu. Každá obec o takovém povolení může vyhlásit povinnost žádat, jedná se však víceméně o vzácný případ.

V našem případě se tedy jedná o dvoupodlažní domek s obytným podkrovím a šikmou střechou o sklonu 35 °, který je ideální pro podmínky ČR. Střecha je jižně orientována. FV systém se skládá ze 24 kusů panelů značky Kyocera, typ KC200GHT-2 o maximálním výkonu jednoho panelu 200W a účinnosti 14 %. Při zapojení všech 24 panelů dostáváme celkový výkon 4,5 kW. Celý systém zaujímá plochu 34 m². Nutný je pochopitelně i konvertor napětí. V našem případě jde o model značky Fronius IG 40 s účinností 93,5 %

Významným parametrem při výrobě elektřiny je skutečná doba slunečního svitu. Zde vycházíme z dlouhodobých průměrů doby slunečního svitu na meteorologické stanici v Hradci Králové mezi lety 1961–1990 kde celoroční bilance odpovídá 1622 hod/rok. Součtem vyrobené elektřiny v jednotlivých měsících a při započítání účinnosti instalovaných panelů a účinnosti měniče DC/AC dosáhneme hodnoty téměř 5 MWh což je míra roční výroby elektřiny instalované FV elektrárny.

Ekonomika systému :

V našem domě trvale žijí 4 osoby. Roční spotřeba elektrické energie tedy činí něco kolem 15 MWh. Výroba systému je tedy poměrně nižší v porovnání s celkovou spotřebou a proto bude docházet k nákupu elektřiny i ze sítě. Investor v tomto případě tedy spotřebuje elektřinu většinou sám a bude tedy přihlášen k odběru zeleného bonusu jehož cena je 12,75 Kč/kWh. Tato hodnota je dále navýšena o 4 Kč/kWh, což je průměrná cena elektřiny neodebraná ze sítě. V každém případě výkupní cena elektřiny odebíraná rozvodným podnikem je 13,46 Kč/kWh.

Tab. č.2 *Ekonomika provozu FV elektrárny*

		Výkupní cena	Zelený bonus
Předpokládaná roční výroba elektrické energie	kWh/rok	4 922	4 992
Výkupní cena 1kWh	Kč/kWh	13,46	16,75
Výnos z realizované investice	Kč/rok	66 254	82 449

Tab č.3 *Celkové investiční náklady podle faktury od dodavatele*

Celkové investiční náklady	Cena bez DPH(Kč)	Cena s 19 % DPH (Kč)
Dodávka a montáž elektrického měniče napětí Fronimus IG 40	58 300	69 377
Dodávka a montáž solárních panelů Kyocera (24x KC-200GHT-2)	516 523	614 622
Celkem	574 823	684 039

4.3 Možnosti získání státní dotace

Fyzická osoba měla v minulých letech možnost získat státní dotaci na případné realizování solárního systému 40 % celkových nákladů. U nepodnikatelských subjektů jako jsou obecně prospěšná organizace, nadace, obce či občanská sdružení byl maximální limit podpory až 80 % a u podnikatelských subjektů, bytových družstev a státních podniků šel až do výše 70 % (z toho je 40 % dotace a 30 % zvýhodněná půjčka s dobou splácení 12 let, 4% úrokem a možností odkladu na 2 roky).

Dotace byla poskytována zpětně na již realizované a funkční zařízení. Žádat bylo možno maximálně do devíti měsíců po uvedení zařízení do trvalého provozu. Nevýhodou však je ten fakt, že dotace není nárokováná, což v praxi znamená, že i když žadatel splní příslušné podmínky, nemusí mu být dotace vyplacena nebo získá pouze její určitou část. Žádosti celoročně vyřizuje SFŽP (Státní fond životního prostředí).

V případě FV elektrárny se minulých letech jednalo o program 9.A. *Investiční podpora environmentálně šetrné výroby elektrické energie ze sluneční energie*, ve kterém jde o instalace FV zařízení připojených k síti o výkonech 5 kW pro fyzické osoby a o výkonech do 100 kW v případě integrace do nově stavěné nebo rekonstruované budovy pro ostatní žadatele. Při výběru zařízení byla preferována ta, která jsou vyrobena v tuzemsku. Podmínkou získání podpory je splnění kritérií uvedených v osnově odborného posudku. Podpora bude poskytována v závislosti na objemu rozpočtových prostředků SFŽP na daný rok. [9]

Program podpor také vyhláší Česká energetická agentura. Lze žádat jednou ročně, většinou do konce února kdy má program vyhlášenou uzávěrku. K žádosti je nutno přiložit posudek nebo energetický audit, který však musí žadatel uhradit ze svého. Nastává zde tedy zbytečně vynaložených financí při možném zamítnutí dotace, jelikož na ni není nárok.

4.4 Interaktivní mapa Evropy

Zajímavou pomůckou může být interaktivní mapa Evropy a databáze pro výpočet intenzity slunečního záření a množství energie, které může FV systém dodat. Tento projekt funguje tak, že je zde možno zadat určité místo na mapě Evropy a to na základě souřadnicového systému nebo prostřednictvím nabídky měst, jenž jsou v databázi. Následně je vygenerována tabulka obsahující potřebné informace. Je zde také možno vybrat úhel sklonu povrchu na který budou sluneční paprsky dopadat. V mém případě bylo zvoleno 40 °. Také lze získat informace o množství elektrické energie, kterou vyrobí FV modul a jeho optimální sklon tzn. sklon, při kterém FV modul získá maximální množství energie. Jako testovanou oblast bylo zvoleno město Brno. Tabulky a grafy jsou v příloze.

4.5 Zákon č.180/2005 Sb.

Jedná se o zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie. Jeho účelem je přispívat k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji. Dále má zajistit trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů a podpořit využití obnovitelných zdrojů energie. Pomáhá také snižovat emise CO₂

Zákon je kombinací systému pevných výkupních cen používaného např. v Německu nebo ve Francii se systémem zelených bonusů používaným ve Španělsku. Výrobce elektřiny má možnost vybrat si ze dvou na sobě bezprostředně nezávislých systémů podpory. Může nabídnout elektřinu provozovateli distribuční soustavy **systémem minimálních výkupních cen**. Provozovatel soustavy má v tomto případě povinnost veškerou vyrobenou elektřinu vykoupit. V **systému zelených bonusů** si výrobce elektřiny musí nejprve sám na trhu najít odběratele pro svojí elektřinu za tržní cenu. Od provozovatele distribuční soustavy poté navíc obdrží prémii v podobě zeleného bonusu. Předpokládá se, že součet tržní ceny elektřiny a zeleného bonusu by měl výrobcí zajistit vyšší výnos než v systému pevných výkupních cen. Výrobce vyrábějící elektřinu pro svou vlastní spotřebu, má rovněž nárok na úhradu zeleného bonusu. Uhradí mu ho provozovatel té distribuční soustavy, na jejímž vymezeném území se výrobce nachází. Poté, co si výrobce závazně z těchto dvou možností jednu vybral a začal ji využívat, může další změnu systému provést nejdříve za rok. A to vždy pouze k 1. lednu následujícího kalendářního roku. [10]

Tab. č. 4 *Výkupní ceny* a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření:*

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu po 1. lednu 2008 včetně	13460	12650
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu od 1. ledna 2006 do 31.12.2007	13800	12990
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj uvedený do provozu před 1. lednem 2006	6570	5760

*ceny nezahrnují daň z přidané hodnoty [11]

4.6 Solární elektrárny na území ČR

Na území České republiky se v obci Ostrožská Lhota na Zlínsku nachází v současnosti největší solární elektrárna ve střední Evropě. Její výstavba byla dokončena 15.července roku 2007. Celkový instalovaný výkon elektrárny dosahuje úctyhodných 702 kWp. Roční dodávka energie činí 700 MWh (spotřeba cca 200 domácností). Je zde umístěno 3120 ks FV panelů s celkovou plochou 4900 m². Dne 6.srpna 2007 byla provedena revize, proběhly ověřovací zkoušky, připojeny čtyřkvadrantní odpočtové hodiny a elektrárna byla uvedena do zkušebního provozu. Elektřina, která se zde ekologickou cestou vytvoří, napájí distribuční síť společnosti EON. [12]

Jedna z dalších větších elektráren s počtem 369 ks FV panelů a o instalovaném výkonu 60,89 kWp vyrostla o rok dříve v Opatově na Svitavsku, přičemž tento projekt byl spolufinancován z fondů Evropské unie. Po několikaměsíčních průtahách, především díky neochotě společnosti ČEZ připojit tento FV projekt na veřejnou síť, elektrárna od 17.července roku 2006 s úspěchem generuje elektrickou energii.

5 SOLÁRNĚ TERMICKÁ ZAŘÍZENÍ

Solární zařízení jsou systémy, které prostřednictvím technických zařízení (kolektorů) využívají teplo přinášené slunečním zářením k ohřevu tekutiny, kterou pak přivádějí ke spotřebiči (zásobník teplé vody, topná soustava budovy, plavecký bazén). Hlavním stavebním dílcem solárního zařízení je kolektor čili sběrač (slunečního záření). [13]

5.1 Části solárních systémů

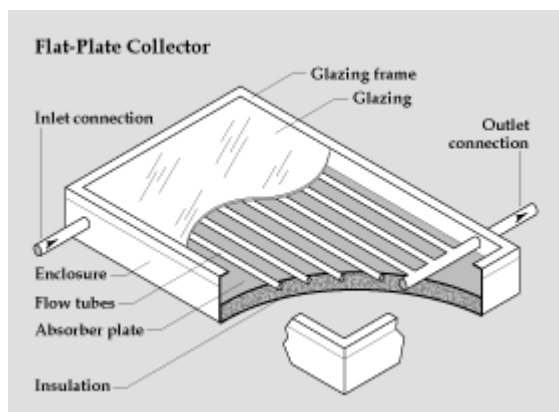
Každý solární systém má následující základní části

- a) Kolektor – sbírající element slunečního záření, které následně mění v teplo
- b) Zásobník – v němž se teplo ukládá pro pozdější využití
- c) Transportní systém – jeho úkolem je převádět teplo z kolektoru do zásobníku. Je tvořen rozvody, čerpadlem nebo ventilátorem a ventily.
- d) Regulační zařízení zajišťující přechod tepla z kolektoru pouze směrem k zásobníku a ne naopak

5.1.1 Kolektor

Solární kolektory jsou klíčové komponenty aktivních solárně termických systémů. Slouží ke sběru sluneční energie, tzn. přeměně záření v teplo, které následně ohřívá vodu či vzduch. Existuje několik druhů solárních kolektorů

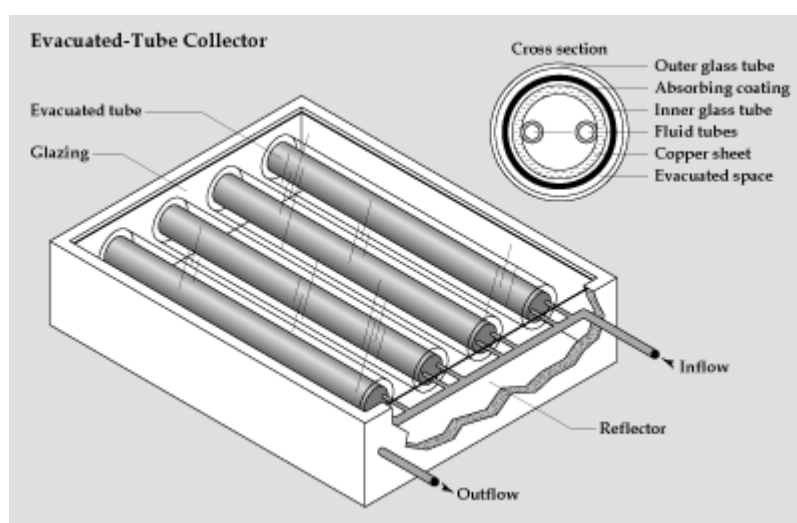
Ploché kolektory jsou nejběžnějším druhem solárních kolektorů užívaných pro ohřev teplé vody v domácnostech a k vytápění. Typický plochý kolektor je ve své podstatě odizolovaná kovová nádoba s průhledným skleněným či plastovým krytem. Je zde také umístěn absorbér tmavé barvy. Tyto druhy slouží k ohřevu tekutin či vzduchu na méně než cca 80 °C. Celý systém funguje tak, že dopadající sluneční záření proniká skrz kryt na absorbér, který jej pohlcuje a tím se zahřívá. Jedná se v podstatě o princip skleníkového jevu, kdy v uzavřeném prostoru tmavé barvy, dochází při jeho vystavení slunci k rychlému vzrůstání vnitřní teploty. V absorbéru jsou umístěny trubky, kterými protéká tekutina a přitom se její teplota zvyšuje o řadu stupňů.



Obr. č. 8 Schéma plochého kolektoru

Vakuové kolektory mohou dosahovat vysokých teplot (80 °C až 180 °C) což je dělá více využívání schopných v průmyslových aplikacích. Nicméně tento druh kolektorů je poměrně finančně náročný. Například až dvojnásobně oproti kolektorům plochým. Z tohoto důvodu zatím nedošlo k jejich většímu rozšíření. Kolektory jsou často vyrobeny formou paralelně umístěných skleněných trubic. Absorbér je zavěšen mezi vnitřní a vnější skleněnou trubicí, která záření nepohlcuje a je tepelně odolná. Z tohoto prostoru je navíc vysát vzduch, což zde vytváří vakuum a dochází tak eliminaci konduktivních a konvektivních tepelných ztrát.

Existují i druhy vakuovaných plochých kolektorů, které však mají oproti kvalitním standardním plochým kolektorům horší parametry. Vakuum, které se v nich nachází je nedokonalé i přesto, že se po letech opětovně vyčerpávají.



Obr. č. 9 Schéma vakuového kolektoru

Koncentrující kolektory usměrňují přímé sluneční světlo pomocí válcových parabolických zrcadel na potrubí nebo do jednoho ohniska, přičemž lze dosahovat velice vysokých teplot (200 až 800 °C). Jejich nevýhodou je závislost na slunečném počasí, protože nedokáží zvýšit hustotu difusního záření. Aby se absorbér nacházel neustále v místě maximálního oslunění, musí být systém vybaven pohybovým mechanismem. Koncentrující kolektory mohou být též realizovány prostřednictvím lineární Fresnelovi čočky (původní český systém), která pracuje na principu kombinace pasivního a aktivního využití energie Slunce.

5.1.2 Zásobník

Ve většině solárních systémů pro ohřev vody musí být zařazen vhodný zásobník, který uchová ohřátou vodu na dobu, kdy ji budeme potřebovat. Lidé si často dostatečně neuvědomují, že zásobník má na výslednou účinnost solárního systému přinejmenším stejně velký vliv jako kolektory, a je proto třeba věnovat jeho výběru patřičnou pozornost.

V praxi se v systémech pro ohřev vody používá převážně ten nejjednodušší způsob a tím je zásobník naplněný vodou, která je ohřívána solárními kolektory. Protože v našich klimatických podmínkách je nutno pro celoroční provoz kolektorů používat nemrznoucí směs, musí být pro předání tepla do zásobníku použit tepelný výměník. V zásobníku se může ohřívat přímo vodovodní voda. Takovýto systém je zdaleka nejběžnější. U velkých zásobníků je někdy výhodnější použít zásobník beztlakový, který je levnější a lehčí, nicméně potom musíme použít další výměník tepla.

Vzhledem k tomu, že účinnost kolektorů s rostoucí teplotou klesá, je výhodné ohřívat větší množství vody na nižší teplotu, tedy použít větší zásobník. Také vzhledem k nepravidelnosti slunečního svitu je lepší mít zásobník velký. V případě potřeby umožní akumulovat teplo na více dní. Velký zásobník má však i své nevýhody – s velikostí roste jeho cena, obtížněji se hledá prostor pro jeho umístění a také rostou jeho tepelné ztráty.

Schopnost zásobníku udržet akumulované teplo po dlouhou dobu se charakterizuje **časovou konstantou zásobníku** tj. dobou, za kterou poklesne množství akumulované energie na 37 % původní hodnoty. Kolik tepla dokážeme dostat ze zásobníku, ovlivňuje v praxi ještě jeden faktor, takzvaná **stratifikace** v zásobníku. Teplá voda je lehčí a proto přitékající studená voda vytlačuje teplou, aniž by se s ní výrazně mísila. Pokud tedy ze 400 litrového zásobníku natopeného na 60 °C odebereme denně 100 litrů teplé vody (je

nahrazena vodou o teplotě zhruba 15 °C), tak by nám při dokonalé stratifikaci měl vystačit na čtyři dny bez slunečního svitu. [9]

5.1.3 Transportní systém

Je tvořen *spojovacím potrubím*, kterým proudí teplotná kapalina, jenž může dosahovat teplot až 250 °C a proto nesmí být v žádném případě užit jako materiál k výrobě trubek plast. Nejhojněji je užíváno tvrdého měděného potrubí, které je odizolováno, aby nedocházelo ke ztrátám.

Oběhové čerpadlo pohání teplotnou směs v systému a jeho výkon se určuje podle celkové tlakové ztráty solárního systému.

Termostatický ventil přepouští a mísí ohřátou vodu na výstupech ze solárního systému se studenou vodou, tak aby nedošlo k opaření anebo poškození topné soustavy.

Expanzní nádoba je v solárním systému nezbytná pro vyrovnání tlaků způsobených ohříváním teplotné nemrznoucí směsi. Její velikost závisí na velikosti solárního systému o objemu teplotné kapaliny.

Teplotná směs má za úkol transportovat teplo od kolektoru do výměníku tepelné nádoby. Taková směs musí splňovat několik základních parametrů: vysoká tepelná kapacita, nízká viskozita, zdravotní nezávadnost a bod varu až 2500 °C. Nejčastěji dnes používané směsi jsou na bázi propylenglykolu.

5.1.4 Regulace solárního systému

Řídící jednotka je mozkiem každého solárního systému. Základní funkcí tohoto zařízení je zapínat čerpadlo v době, kdy teplota na výstupu z kolektorů převyšuje teplotu ve spodní části zásobníku. Řídící jednotka sleduje pomocí teplotních čidel aktuální stav solárního systému a následně ovládá oběhové čerpadla. Podle složitosti systému se většinou používají jednookruhové se třemi teplotními čidly pro ohřev teplé užitkové vody (TUV) a dvou, troj, anebo čtyř-okruhové se šesti teplotními čidly (ohřev TUV, přitápění, popř. ohřev bazénové vody). Ve větších a složitějších systémech je vhodné mít regulační jednotku napojenou na počítač, jenž umožňuje snadnější užívání a sledování celého systému.

5.2 Druhy solárních zařízení

Můžeme je rozdělit podle několika základních kritérií :

- a) podle způsobu přenosu tepla
 - aktivní
 - pasivní
- b) podle upotřebení získané energie
 - systémy pro ohřev teplé vody
 - systémy pro vytápění

Pasivní solární systémy

Využívají teplo ze slunce prostřednictvím konstrukčních tvarů např. velká okna směřovaná na jih nebo materiály, které jsou umístěny v podlaze či ve stěnách, jež přes den teplo absorbují a v noci, když je potřeba nejvíc, jej uvolňují. Nejjednodušší způsob je tedy přímý zisk, kdy slunce svítí na obkladačky či beton ve stěnách budov, ze kterého je následně teplo postupně uvolňováno.

Aktivní solární systémy

Používají kapalinové kolektory, kde je ohřívána voda či nemrznoucí kapalina nebo vzduchové kolektory umístěné na fasádě či ve střeše, kde je teplotnosné médium vzduch. Systém se dále skládá z ventilátorů, potrubí, regulace a zásobníku. Více než v našich končinách je tento způsob vytápění aplikován např. ve Spojených státech.

Systémy pro ohřev teplé vody

Jedná se o nejvýhodnější způsob jak dostat do svého domova obnovitelný zdroj energie obzvláště v našich podmínkách. U *pasivního způsobu* je využíváno přirozené vlastnosti vody cirkulovat jestliže je zahřívána. Respektive ohřátá voda v kolektoru stoupá vzhůru a chladnější voda teče dolů ze zásobníku (princip termosifonu). Protože u těchto systémů nejsou žádné elektronické komponenty, je snadný na údržbu, cenově dostupnější a má delší životnost oproti systémům aktivním.

Tyto samotížné systémy jsou obzvláště užívány v jižně položených krajinách např. u Středozevního moře či v severní Africe, kde nehrozí mrazy a jsou zde budovy s plochými střechami, kam je možno tyto systémy dobře umístit. U solárních systémů s nuceným oběhem (*aktivní*) zajišťuje cirkulaci v kolektorovém okruhu oběhové čerpadlo. Dochází zde k prostorovému oddělení kolektoru a zásobníku, jelikož jsou kolektory instalovány na střechu a zásobníky do sklepních prostor.

Systémy pro vytápění

Udává se, že na vytápění domu je potřeba něco mezi 40 až 70% z celkové spotřeby energie v domě. Na vytápění ale stačí teplo o poměrně nízké teplotě, takže s využitím solární energie by zde čistě technicky vzato nemusely být větší problémy. Zásadní problém je zde však významný nepoměr mezi nabídkou sluneční energie a poptávkou po teple na vytápění. V létě kdy je spotřeba vytápění nulová je solární energie nejdostupnější zatímco v zimě, kdy se spotřebuje nejvíce energie na vytápění je nabídka solární energie nejmenší. Velká spotřeba v době malé nabídky a při relativně dlouhých obdobích bez slunečního svitu vyžaduje zachytit sluneční záření z velké plochy a mít možnost teplo akumulovat na dlouhou dobu. Znamená to tedy, že podobné zařízení vychází velké a tedy i drahé. Pokud by se velikost solárního systému na vytápění zvolila tak velká, aby v kritickém zimním období dokázal poskytnout většinu potřebného tepla na vytápění, pak by znamenalo, že po větší část roku by byl tento systém jen velmi málo využíván. V praxi se proto uplatní spíše jednoduché pasivní solární vytápěcí systémy, které mají výhodu v tom, že jsou levnější a využívají ke své funkci přímo jednotlivé součásti domu. [9]

5.3 Možnosti získání státní dotace

Podobně jako u FV systémů i zde je možnost získat státní dotaci na realizaci systému. Fyzická osoba může dosáhnout finanční výpomoci od státu až do výše 50 % z celkových nákladů. Musí jít výhradně o lokální systémy využívající sluneční energii a zajišťující dodávku tepla a teplé vody pro fyzické osoby.

V roce 2008 je možno uplatnit tyto programy :

1.A.b Solární systémy na celoroční ohřev teplé vody. Podpora bude poskytována pouze na již ukončené akce. Podmínkou získání podpory je splnění stanovených podmínek v příloze č. II. 5.

1.A.c Solární systémy na přitápění a na celoroční ohřev teplé vody. Podpora bude poskytována pouze na již ukončené akce. Podpora se vztahuje i na systémy, které v rámci tohoto programu kombinují různé obnovitelné zdroje (kombinace solárního systému a kotle na biomasu). Při poskytování podpory budou preferovány projekty s vyšší akumulací tepla. Podmínkou získání podpory je splnění podmínek v příloze č. II.5.

Žadatel může v rámci programu 1.A. požádat o podporu pouze v případě, že systém, na který žádá o podporu, je již prokazatelně v trvalém provozu, maximálně však do 18-ti měsíců od data uvedení do trvalého provozu. [14]

6 OSTATNÍ DRUHY OZE NA ÚZEMÍ ČR

6.1 Energie vody

V České republice nejsou příliš ideální přírodní podmínky k výstavbě vodních děl, jelikož vodní toky, které se na našem území nacházejí, nemají potřebný spád a dostatečné množství vody. Vodní elektrárny se podílí jen necelými 4 % na výrobě elektřiny. Proto se používají více jako doplňkové zdroje klasických tepelných a jaderných elektráren. Výhodou je jejich rychlé najetí při větší potřebě elektrické energie. Vyrovnávají tak poměrně dobře energetickou bilanci. [15]

Společnost ČEZ v současné době provozuje řadu vodních elektráren umístěných v Čechách i na Moravě. Podstatná část z nich se nachází na řece Vltavě (Orlík, Kamík, Slapy, Štěchovice, Vrané, Kořensko, Hněvkovice, Lipno) Průtočná vodní elektrárna Mohelno je vodním reservoárem chladící vody pro jadernou elektrárnu Dukovany. Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně ležící na Moravě v katastru obce Loučná nad Desnou má největší reverzní vodní turbínu v Evropě, největší spád a největší instalovaný výkon v ČR. [16]

Potenciál vodních toků lze ovšem velmi dobře využít prostřednictvím malých vodních elektráren (MVE). Instalovaný výkon u průmyslových MVE není vyšší než 10 MW. Závodní a veřejné MVE dosahují 100 kW až 1 MW a drobné nebo minielektrárny se pohybují v rozmezí 35 až 100 kW. Technicky využitelný potenciál MVE je 1570 GWh/rok, přičemž současně využívaný potenciál je zhruba poloviční. Takto jsou realizovány elektrárny v zařízeních, které v minulosti sloužily k energetickým účelům, například mlýn, pila či hamr. Ty byly pochopitelně postaveny na výhodných lokalitách a míst k realizaci nových zařízení tak ubylo. Na „volných“ lokalitách se už nedosahuje tak dobrých hydrologických podmínek především vlivem poměrně nízkých spádů, což se následně jeví díky nutným úpravám jako finančně nevýhodné. Možné řešení však spočívá v instalaci nových a modernějších turbín do stávajících MVE, kde pracují mnohdy zařízení i sto let stará.

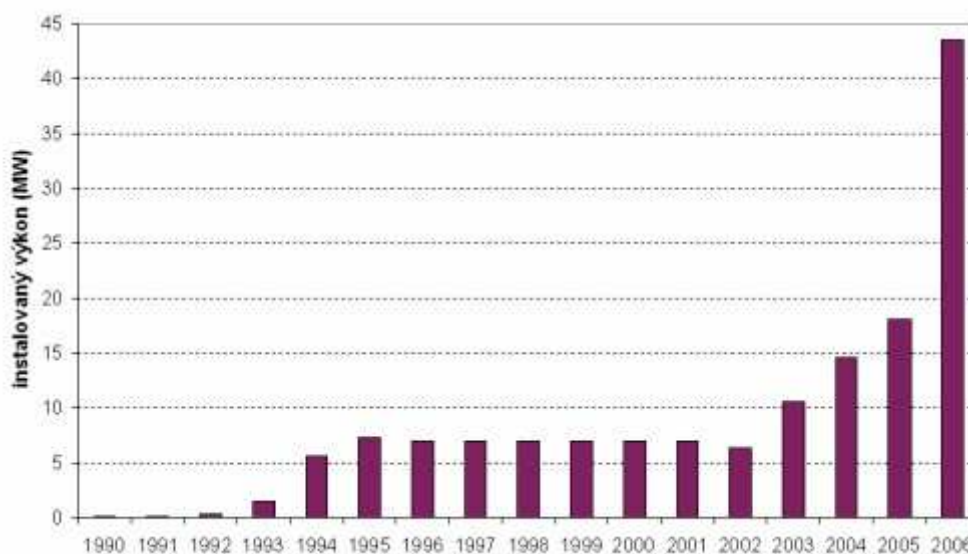
Důležitými parametry při výběru vhodné lokality ke zbudování MVE jsou průtočné množství vody v daném profilu (lze zjistit u Českého hydrometeorologického úřadu) a využitelný spád, tedy výškový rozdíl vodních hladin. [17]

6.2 Energie větru

Využívání větrné energie má v naší zemi dlouholetou tradici, která sahá až do 13. století, kdy je doložena stavba prvního větrného mlýna v Praze na zahradě Strahovského kláštera. Zájem o využívání větru vzrostl především v sedmdesátých letech minulého století a kulminoval v polovině let devadesátých. V ČR nám dovolují povětrnostní podmínky ekonomicky využít především lokality v horských oblastech, kde je však omezen špatnými klimatickými jevy, jakými jsou bouřky a silné větry. Nežádoucí jsou také námrazy a v neposlední řadě se jedná o oblasti, kde je realizace omezena požadavky na ochranu přírody. Obecně jsou jako vhodné oblasti považovány lokality od nadmořských výšek 500 m.n.m. Dlouhodobě mají větrné elektrárny šanci stát se jednou z alternativ výroby elektřiny a konkurovat tak uhelným elektrárnám, nemohou je ovšem nikdy nahradit. [18]

Například společnost ČEZ provozuje v Jeseníkách, nedaleko již zmiňované přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé stráně, větrnou farmu, jež byla uvedena do provozu roku 1998. Tvoří jí tři elektrárny umístěné na hoře Mravenečník o celkovém výkonu téměř 1,2 MW. V roce 2006 fungovaly větrné elektrárny v ČR na 50 lokalitách s celkovým instalovaným výkonem 43,5 MW [16]

Při realizaci větrné elektrárny jsou brány v potaz zejména dva parametry. Průměrná rychlost větru, která v našich podmínkách činí 4 m/s ve výšce 10m a četnost směrů větrů. Světový trend spěje k vývojově výkonnějším typům zařízení, který lze instalovat i v lokalitách s nižšími průměrnými rychlostmi větru.



Obr. 10. Instalovaný výkon větrných elektráren v ČR

O větrné elektrárny se často zajímají jednotliví spotřebitelé, kteří buď nemají možnost se připojit k rozvodné síti, anebo hledají levnější zdroj energie. Těmto zájemcům jsou určeny mikroelektrárny. Nejmenší z nich dodávají výkon v řádu stovek watů. Jsou určeny k zásobování malých spotřebičů v kombinaci s akumulátory, například k osvětlení chaty, napájení spotřebičů na jachtě či karavanu, napájení čerpadla pro čerpání vody v zahrádkářské kolonii apod. Účelnost a rozšíření těchto mikrozdrojů je však dána zejména stupněm elektrifikace. Tam, kde je dostupná relativně laciná elektřina ze sítě, ztrácí jejich využití obvykle opodstatnění. [19]

6.3 Tepelná čerpadla

Ve vzduchu, vodě i v zemi je obsaženo teplo vzniklé v důsledku slunečního záření. Jedná se o nízkopotenciální teplo, které lze využít prostřednictvím tepelného čerpadla. Je to zařízení schopné odebrat tepelnou energii okolnímu prostředí při relativně nízké teplotě a přečerpát jí na teplotu, při které již můžeme podobně jako u solárně termických zařízení, vytápět dům, ohřívat teplou užitkovou vodu či bazén. Pracuje na podobném principu jako chladnička, která odebírá teplo z vnitřního prostoru a předává je kondenzátorem na své zadní straně do místnosti. Důležitým parametrem je tzv. topný faktor, což je poměr mezi získanou tepelnou energií a dodanou elektrickou energií. Závisí na teplotě zdroje tepla a na teplotě, při které je teplo vyprodukováno, přičemž čím vyšší je teplota zdroje tepla a čím nižší je teplota, při které se teplo spotřebovává, tím větší je topný faktor. Existuje několik způsobů jak nízkopotenciální teplo využít. První z nich je prostřednictvím hlubinného vrtu do podloží. Jedná se především o systém země/voda, jehož nevýhodou jsou však vysoké náklady na vrty, které dosahují hloubek 50 až 150 metrů. Další způsob je použití půdního kolektoru. Topný faktor je oproti hlubinným vrtům nižší, nicméně nižší jsou i pořizovací náklady. Využít nízkopotenciální teplo lze také z okolního vzduchu. U tohoto způsobu jsou opět výhodou nízké náklady na pořízení. Kladem je i snadná instalace, nicméně v době kdy je největší potřeba tepla (v zimním období, v mrazech apod.) má tepelné čerpadlo nejnižší topný faktor. Využívat vody jako zdroje nízkopotenciálního tepla je jedna z dalších možností, přičemž zde přicházejí v úvahu dvě varianty a to podzemní voda (studny) a povrchové vody (vodní tok či

rybník). Opět je zde několik nevýhod, např. nutnost zdrojové studny s celoročně dostatečnou vydatností vody a vsakovací studny do které se vrací ochlazená voda. V případě povrchových vod je překážkou znečištění a její mineralizace způsobující zanášení potrubí a výměníku. [20] [21]

6.4 Pasivní domy

Pasivní dům lze postavit za téměř stejné náklady jako běžnou novostavbu, ale na rozdíl od běžných staveb můžete uspořit až 90 % nákladů na vytápění. Základním prvkem pasivního domu je silná vrstva tepelná izolace. Ta je upevněna na nosné části konstrukce celého vnitřního prostoru. Vysoký stupeň tepelné izolace lze dosáhnout stavu, kdy není potřeba klasický otopný systém. Další výhodou je snížení rizika plísně zvýšením vnitřní povrchové teploty nebo nižší kondenzace vody v konstrukci. Větráním uniká z interiéru teplo. V pasivním domě zajišťuje dostatek čerstvého vzduch větrací zařízení se zpětným získáváním tepla. Teplovzdušné vytápění s rekuperací nasává čerstvý vzduch z venkovního prostředí a přivádí ho dovnitř. Výhodou je pak stále čerstvý vzduch ve všech místnostech, filtrace pylů, eliminace nepříjemných pachů a téměř žádné problémy s nadměrnou vlhkostí. Do vzduchotechnických jednotek je samozřejmě možné zabudovat chladič vzduchu pro letní období. Výroba chladu je ale až třikrát energeticky náročnější než vytápění. Snížit spotřebu elektřiny lze pomocí aplikace spotřebičů s energetickou třídou A, A+. Také je vhodné použití úsporných zářivek na osvětlení. Úsporu tepla je možno zajistit použitím solárních teplovodních kolektorů. Při návrhu pasivního domu je třeba vyvarovat se tepelných mostů tzn. pokud možno nepřerušovat izolační vrstvu, navrhovat konstrukce vhodných geometrických tvarů (oblouk, tupý úhel) a překrývat spáry v izolační vrstvě další vrstvou. Pasivní dům ročně spotřebuje maximálně 15 kWh na metr čtvereční vytápěné plochy. U klasického rodinného domu, který má podlahovou plochu kolem 120 metrů čtverečních to dělá 1800 kWh. Pro vytápění místnosti o velikosti 20 metrů čtverečních stačí 200 W, pro porovnání tepelný výkon člověka v klidu je 80 W a výkon stolního počítače 250 W. [22]

7 ZÁVĚR

V rámci své bakalářské práce jsem se snažil popsat základní technické parametry a principy zařízení pracujících na bázi obnovitelných zdrojů energie. Tyto systémy jsou vhodné především díky své schopnosti nezatěžovat přírodu škodlivými látkami, což je z hlediska zaměření mého studia na ekologii významný fakt. Aplikace do praxe však není možná vždy a všude. Brání tomu například přírodní podmínky. U vodních elektráren dochází vhodná místa na nové stavby. U větrných není problém jen v povětrnostních podmínkách, ale i na straně občanů, kteří si často nepřejí mít na kopci za vesnicí postavenou věž větrné elektrárny. Bojí se přílišného hluku z otáčejících se listů rotorů či hluku ze strojovny elektrárny. Moderní konstrukce listů vrtule a tím i snižování hladiny hluku této problém úspěšně řeší. Za pravdu jim často dává i estetický úhel pohledu, kdy tyto stavby narušují krajinný ráz. Nicméně tento problém je velice subjektivní. Obecný problém techniky pracující se sluneční energií je v nepoměru množství slunečního záření v průběhu roku. Z tohoto důvodu jsou zde potíže při používání slunečních paprsků k ohřevu vody, jestliže je největší potřeba tepla k vytápění či ohřevu teplé užitkové vody v zimních měsících, kdy většinou Slunce tolik nesvítí. Obrácená situace nastává v létě, kdy je solární energie značný přebytek. Další možnost vytápění obytných prostor je pomocí tepelného čerpadla. Jeho instalace je však poměrně finančně náročná. Při výrobě elektřiny ze Slunce můžeme tuto činnost zhodnotit i z podnikatelského hlediska, jestliže budeme takto vyrobenou energii prodávat do sítě. V opačném případě nás může zásobovat v odlehlých místech, kde není možnost napojení k veřejné síti.

Důležitý je jistě i zájem o fotovoltiku u mnoha firem v ČR a především v zahraničí. Tento obor je totiž obecně velice perspektivní, protože není omezen vyčerpatelnými surovinami jakými jsou fosilní paliva (uhlí či ropa) u nichž dle různých prognóz dojde k nedostatku či úplnému spotřebování v řádech desítek let. Během procesu výroby elektřiny nedochází k vypouštění exhalátů a příroda není zatěžována dalším emisemi CO₂. Dalším pozitivem je socio-ekonomický aspekt rozšiřování FV systémů, jelikož touto cestou vzrůstá počet nových pracovních míst.

Běžnou součástí domů se staly na střeše instalované solární moduly. Také skutečnost, že není žádnou zvláštností zakoupit si solárně napájenou kalkulačku, hodinky či solární nabíječku mobilního telefonu, pro nás není žádnou novinkou. V poslední době však fotovoltika proniká i do odvětví poměrně netradičních. Příkladem může být FV modul zabudovaný do batohu, který následně slouží k dobíjení notebooku či speciální oblečení

umožňující napájet zabudovaný mp3 přehrávač. Podobné technologie se dají nelézt pochopitelně i ve vojenství, kde se mimo jiné používá i FV stanová celta tvořená vrstvou tenké a ohebné FV fólie.

Dle mého názoru je budoucnost fotovoltaiky jako zdroje čisté elektrické energie velmi významná. V rozvojových zemích pomáhají ostrovní systémy elektrifikovat odlehlé vesnice. Vlivem dlouhé životnosti FV modulů a díky nepřítomnosti mechanických prvků mohou tato zařízení obsluhovat i lidé bez větších technických znalostí. Cena elektřiny z klasických zdrojů se stále zvyšuje a cena FV elektřiny klesá. Rozdíl je však stále poměrně značný. V každém případě dojde v okamžiku srovnání těchto cen, což se může stát jestliže bude zavedena nějaká nová technologie zlevňující cenu FV modulů, k dalšímu růstu instalovaného výkonu.

Česká republika je od 1. května 2004 také součástí Evropské unie. Ta dbá v rámci své energetické politiky především na využívání obnovitelných zdrojů energie. Primárním cílem je zdvojnásobení jejich podílu na celkových dodávkách energie z 6 na 12 % a růst jejich podílu na výrobě elektřiny ze současných 14 na 22 % do roku 2010.

Všechny způsoby užívání obnovitelných zdrojů, které jsem ve své práci zmiňoval, mají své klady a samozřejmě i zápory. Současná společnost je životně závislá na energii získávané především z klasických zdrojů. Ty se ale časem vyčerpají a proto budoucí směřování na alternativní řešení této problematiky formou orientace na využívání slunce, vody či větru, je podstatné v rámci naplňování principu trvale udržitelného rozvoje.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] <http://www1.eere.energy.gov/solar/solar_timeline.html> [online]
cit. 2008-05-01
- [2] <http://www.californiasolarcenter.org/history_solarthermal.html> [online]
cit. 2008-05-01
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectric_effect> [online]
cit. 2008-05-01
- [4] <<http://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%99em%C3%ADk>> [online]
cit. 2008-05-01
- [5] Krieg B., *Elektrina ze slunce, fotovoltaika v teorii a v praxi*, HEL, Ostrava, 1993, 220 s.
- [6] <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/faq#5>> [online]
cit. 2008-05-01
- [7] Henze A. , Hillebrand W., *Elektrický proud ze slunce*, HEL, Ostrava, 2000, 128 s.
- [8] Murtinger K., Beranovský J., Tomeš M., *Fotovoltaika elektrina ze slunce*, ERA group, Brno, 2007, 81 s.
- [9] Murtinger K., Truxa J., *Solární energie pro váš dům*, ERA group, Brno, 2006, 83 s.
- [10] <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2897>> [online]
cit. 2008-05-01
- [11] <http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka_legislativa/cen_roz_7_2007.pdf> [online]
cit. 2008-05-01
- [12] <<http://www.hitechsolar.cz/fotovoltaicke-systemy.php?kategorie=1126&sekce=1175>> [online]
cit. 2008-05-01
- [13] Themessl A., Weiss W., *Solární systémy návrh a stavba svépomoci*, Granda Publishing a.s., Praha, 2005 115 s.
- [14] <http://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/8/2684-prilohy_ii_2008.pdf> [online]
cit. 2008-05-01
- [15] <<http://www.energetika.cz/index.php?id=169>> [online]
cit. 2008-05-01
- [16] Bedřich M., Linka J., *Krajinou skupiny ČEZ*, Marvil s.r.o, 2005, 177 s.

- [17] <<http://www.alternativni-zdroje.cz/vodni-geothermalni-energie.htm>> [online]
cit. 2008-05-01
- [18] <<http://www.energetika.cz/index.php?id=170>> [online]
cit. 2008-05-01
- [19] Beranovský J., Truxa J., *Alternativní energie pro váš dům*, ERA, Šlapanice, 2003,121 s.
- [20] <<http://www.tepelna-cerpadla.cz/cz/princip-funkce-tepelneho-cerpadla>>
[online] cit. 2008-05-01
- [21] <http://www.envi.cz/show.php?ids=21&par=tepelna_cerpadla> [online]
cit. 2008-05-01
- [22] <<http://www.pasivnidomy.cz>> [online]
cit. 2008-05-01

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.č.	Název
1.....	Světelné spektrum
2.....	Zařízení Climax
3.....	Solární ohřev vody
4.....	Instalace solárně termického systému na budově
5.....	Princip p-n přechodu
6.....	Ingoty polykrystalického křemíku
7.....	Olověný akumulátor
8.....	Schéma plochého kolektoru
9.....	Schéma vakuového kolektoru
10.....	Instalovaný výkon větrných elektráren v ČR
11.....	Energie záření při náklonu 40°
12.....	Odhad vyrobené elektřiny