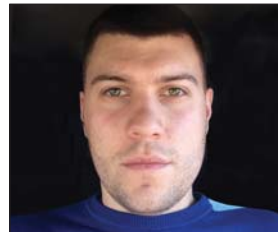


# Ako fungujú fotovoltaické systémy?



Ing. Filip Beláň

riadiateľ segmentu OZE,  
MARTEL Slovakia s.r.o.

Elektrina je najrozšírenejšou formou energie, ktorú človek využíva. Vďaka svojim vlastnostiam sa výborne hodí pre premenu na inú formu energie, tak aj pre transport. Čoraz početnejšie skupiny elektrární tvoria elektrárne využívajúce obnoviteľné zdroje elektrickej energie. Medzi ne sa radia fotovoltaické elektrárne. Na Slovensku aj vo svete sa vplyvom dotačnej politiky fotovoltaické elektrárne neustále rozširujú. Povedzme si preto niečo o princípoch fotovoltaickej premeny energie.

**F**otovoltaické systémy slúžia na výrobu elektrickej energie pomocou slnečného žiarenia. Tieto systémy začínajú v dnešnej dobe nebývalý rozkvet. Solárna energia patrí medzi obnoviteľné zdroje energie, čo v podstate znamená, že bude k dispozícii stále. Slnko vyžaruje na našu planétu a jej atmosféru nepredstaviteľný výkon o sile  $174 \cdot 10^{15}$  W. Vďaka charakteristickej vlastnosti polovodičov, dokážu tieto materiály premieňať energiu fotónov na energiu elektrickú.

Elektrická energia získaná formou fotovoltaickej premeny je k dispozícii iba vtedy, ak je dostatok slnečného svitu. V priebehu roka sa však intenzita a množstvo elektrickej energie získanej formou fotovoltaickej premeny značne mení. Na vine je zemepisná šírka a tiež lokálne klimatické podmienky. Vďaka tomu sa fotovoltaické elektrárne javia ako značne problematický zdroj, pretože predpovedať výrobu elektriny, zvlášť pri premenlivom počasí je veľmi zložitá. Fotovoltaické zdroje sa najčastejšie pripájajú do distribučnej siete nízkeho a vysokého napätia. Z pohľadu zaústenia do elektrizačnej sústavy sa javia ako zdroje rozptýlené. Vďaka týmto neregulovateľným – teda fotovoltaickým (a veterným) zdrojom sa v sieti objavujú nové problémy, ktoré bude potrebné naďalej riešiť. Jedným z problémov je napríklad zmena napätia vyvolaná výrobou fotovoltaických elektrární, čo bude mať za následok nutné zmeny v systéme dipečerského riadenia

## FOTOVOLTICKÉ SYSTÉMY

Fotovoltaický systém je súbor elektrických zariadení a prístrojov, ktoré tvoria fotovoltaickú elektráreň tak, aby jej prevádzka bola v danej situácii čo možno najefektívnejšia.

Pre konverziu energie využíva fotovoltaický systém tri dôležité konštrukčné celky:

- fotovoltaické články a moduly
- striedače (invertory)
- pomocné zariadenia

Vo fotovoltaickom článku sa premieňa svetelná energia, vďaka vnútornému fotoelektrickému javu, na energiu elektrickú. Takto získaný elektrický prúd je jednosmerný. Elektrizačná sústava však pracuje s prúdom striedavým s frekvenciou 50 Hz. Preto je nutné využívať meniče, ktoré daný jednosmerný prúd premenia na striedavú hodnotu. Medzi pomocné zariadenia radíme celý rad komponentov, akými sú napríklad nosné konštrukcie, prepojovacie káble, meračnica a podobne.

## Slnčné žiarenie

Slnčné žiarenie možno rozdeliť na tri typy: priame, rozptýlené (difúzne), odrazené.

Priame slnečné žiarenie (B0) prichádza do oka pozorovateľa zo Slnka a vzhľadom na veľkú vzdialenosť Zeme od Slnka tvorí zväzok prakticky rovnobežných lúčov. V prípade jasnej, bezoblačnej oblohy je možné vyjadriť intenzitu priameho dopadajúceho žiarenia pomocou koeficientu atmosférickej masy AM (air mass).

Ak je slnko priamo v zenite, vo výške deväťdesiatich stupňov, prechádza slnečné žiarenie najmenšou možnou vrstvou vzduchu. Takéto spektrum sa označuje ako AM1. Väčšinu času ale slnko nebýva tak vysoko a slnečné žiarenie preto musí prechádzať rôznou vrstvou atmosféry. Pre fotovoltaiku sa preto používa

spektrum AM1.5. Slnečné žiarenie v tomto prípade prechádza jeden a pol násobne mohutnejšou vrstvou vzduchu ako keď je slnko v zenite.

Rozptýlené slnečné žiarenie (D0) vzniká následkom rozptylu priamych slnečných lúčov na molekulách plyných zložiek vzduchu, na vodných kvapôčkach, ľadových kryštálikoch a na rôznych aerosólových časticiach vyskytujúcich sa v zemskom ovzduší. Rozptýlené viditeľné slnečné žiarenie pozorujeme ako svetlo oblohy (nebeská modrá).

Odrazené slnečné žiarenie (R0) je žiarenie odrazené od okolitých predmetov. Celkovo dopadajúce žiarenie sa nazýva globálne žiarenie a je definované súčtom jednotlivých typov žiarení.

## Princíp fotovoltaickej premeny energie

Vlastný fotovoltaický článok využíva priamu premenu svetelnej energie na elektrickú energiu v polovodičovom prvku, ktorým je veľkoplošná dióda s PN prechodom.

Ak na fotovoltaický článok dopadajú fotóny zo slnečného žiarenia, tieto odovzdávajú svoju energiu polovodičom.

Následné rozdelenie náboja má za následok potenciálový rozdiel medzi „predným“ (-) a „zadným“ (+) kontaktom solárneho článku. Na kontaktoch tak vzniká napätie (v prípade kremíku typicky 0,5V - 0,6V). Ak pripojíme ku kontaktom záťaž, začne obvodom pretekať jednosmerný elektrický prúd. Prúd je priamo úmerný ploche solárneho článku a intenzite dopadajúceho slnečného žiarenia. Fotovoltaický článok sa tak stáva zdrojom elektrickej energie.

## Materiály a technológie pre fotovoltaické články

Od udelenia patentu na fotovoltaický článok prebieha neustály vývoj tejto problematiky. Vyvinuté boli nové materiály a rad nových technologických i konštrukčných postupov.

Vývoj článkov sa rozdelil na tri základné typy. Za prvú generáciu článkov sú po-

važované články so základnou doskou z kremíka. Ako druhá generácia článkov je označovaná technológia výroby využívajúca tenké vrstvy z ďalších polovodičových materiálov, ako sú amorfný kremík, amorfný kremík – germánium, telurid kadmia CdTe a materiály typu CIS (CuInSe<sub>2</sub>, CuInxGa<sub>1-x</sub>Se<sub>2</sub>). Tretiu generáciu tvoria články, ktoré si kladú za cieľ maximalizovať počet absorbovaných fotónov a následne generovať čo možno najväčší prúdový zisk.

### Fotovoltaické články z objemových materiálov

Medzi tieto materiály zaraďujeme prevažne kryštalický kremík. Fotovoltaické články z kryštalického kremíka sú najstarším

typom článkov. Aj vďaka tomu sú dnes najrozšírenejšou technológiou na trhu (cca 90 %). Účinnosť komerčne predávaných článkov dosahuje hodnotu 19 %.

Hrúbka týchto materiálov, 150 – 300 mikrometrov, je daná ich absorpčným koeficientom. Absorpčný koeficient je materiálová vlastnosť, ktorá udáva šírku, v ktorej sa pohltí energia daného spektra žiarenia. Koeficient je závislý na vlnovej dĺžke svetla. Pri kryštalickom kremíku rastie lineárne so zväčšujúcou sa energiou fotónu, preto musí byť materiál pomerne mohutný, aby pohltil všetku využiteľnú energiu. Kremík má výbornú vlastnosť pohlcovanie energie svetelného žiarenia v jeho štruktúre a následnej premene tejto energie vo

forme generácie voľných nosičov náboja. Teoretická účinnosť tejto premeny sa pohybuje okolo 33 %.

### Tenkovrstvové fotovoltaické články

Tenkovrstvové FV články vznikajú deponovaním jednotlivých vrstiev polovodičov na podkladový materiál tak, že vznikne FV článok o hrúbke jednotiek mikrometrov. Nosným materiálom býva zvyčajne sklo alebo iné materiály napríklad kov alebo plastová fólia. Vďaka tomu sú úspory spotreby materiálu obrovské - rádovo až 1 000 x nižšie ako pri kryštalických (c-Si) technológiách. Tenkovrstvové FV články sa od kryštalických c-Si článkov značne líšia. Majú inú geometriu článku, iný spôsob výroby a na ich výrobu sa používajú rôzne materiály. Ďalším podstatným rozdielom je veľmi nízka spotreba východiskového materiálu. Líšia sa však i ďalšími vlastnosťami.

Pre výrobu je najčastejšie používaný amorfný kremík (a-Si). Medzi ďalšie materiály pre výrobu tenkovrstvových článkov sa zaraďuje aj mikrokryštalický kremík alebo materiály na báze CdTe či CuInSe<sub>2</sub>.

#### Rozdelenie materiálov pre fotovoltaiku

##### Objemové materiály

Monokryštalický kremík  
Multikryštalický kremík  
Polykryštalický kremík

##### Tenkovrstvové štruktúry

Amorfný kremík  
Amorfné germánium  
Amorfný SiGe  
Mikrokryštalický kremík  
CdTe / CDs  
CuInSe - CIS

##### Alternatívne materiály

Gratzel, DSSC  
Polyméry  
Nanotechnológie  
...

**ZNÍŽ SI NÁKLADY NA ENERGIE!**  
**VYUŽI DOTÁCIU AŽ**  
**50%**

**MARTEL**  
Slovakia s.r.o.

www.martelsk.sk, e-mail: solar@martelsk.sk, tel.: +421 43 4303 411-2