

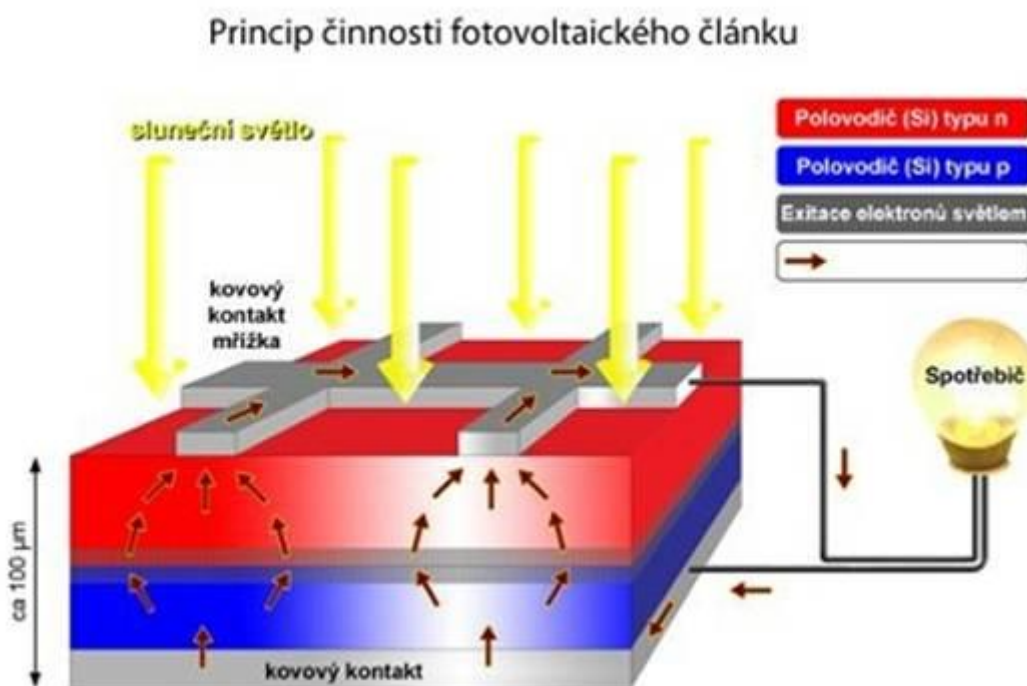
ČO JE TO FOTOVOLTAIKA ?

Fotovoltaika je technický obor zaoberajúci sa procesom priamej premeny svetla na elektrickú energiu. Názov je odvodený od slova foto (svetlo) a volt (jednotka elektrického napätia). Proces premeny prebieha vo fotovoltaickom článku.

Princíp výroby energie vo fotovoltaickom článku

Jedná sa o aplikáciu fotoelektrického javu, pri ktorom dopadom fotónov na polovodičový p-n prechod dochádza k uvoľňovaniu a hromadeniu volných elektrónov. Ak je p-n prechod doplnený o dve elektródy (anóda a katóda), môžeme už hovoriť o fotovoltaickom článku, ktorým môže pretekať elektrický prúd. Je nutné si uvedomiť, že fotovoltaika je dynamicky sa rozvíjajúce odvetvie na svete. V roku 1997 bol medziročný nárast dodávok 38%. Priemerný ročný nárast od roku 1990 je 15%. Fotovoltaiku objavil Alexander Edmond Becquerel v roku 1839. V roku 1958 sa prvý krát použili fotovoltaické články pre výrobu energie v kozmických programoch a od tej doby sa stali ich neodmysliteľnou súčasťou.

Princíp činnosti fotovoltaického článku



Technické riešenie na rodinnom dome



Fotovoltaické panely

Fotovoltaické články, ktoré sú zoskupené do fotovoltaických panelov rôznych veľkostí a výkonu sú základom fotovoltaického systému.

Najrozšírenejšie fotovoltaické panely sú v súčasnej dobe kremíkové. Rôznym spracovaním kremíku sa dajú vyrobiť monokryštalické, polykryštalické a amorfné fotovoltaické články. Monokryštalická bunka má tvar čierneho osemuholníka a polykryštalická bunka je sfarbená modro a má tvar štvorca. V praxi sa používajú prevažne monokryštalické bunky.

Monokryštalické bunky majú väčšiu účinnosť než polykryštalické, ale využitie plochy modulu nie je vzhľadom k tvaru tak dokonalé – v konečnom dôsledku sú oba typy výkonovo obdobné. Účinnosť polykryštalických modulov je 12 –

14 %. Účinnosť monokryštalických modulov je 12 – 16 %. Cena a životnosť sú rovnaké.

Fotovoltaický panel je schopný vyrábať elektrickú energiu aj bez priameho osvetlenia na základe difúzneho zariadenia, ktoré je v SR prevládajúce.

Monokryštalický článok



Fotovoltaický panel zložený zo 72ks článkov



Striedač

Vo fotovoltaických paneloch je vyrobený jednosmerný prúd, ktorý treba premeniť pre dodávku do distribučnej siete na prúd striedavý, predpísaných parametrov (230V / 400V, 50Hz) v striedači (niekedy nazývaný ako menič alebo investor). Toto je riadiace centrum celého systému, ktoré je schopné podávať informácie o vyrobenej energii a prevádzkových stavoch napr. pomocou GSM, alebo internetu.

Striedač musí dodávať čo najvyšší výkon. To je zabezpečené predovšetkým odstránením transformátoru s následným znížením tepelných strát a použitím zariadenia pre sledovanie bodu max. výkonu (MPP), ktoré zmenou vstupného odporu zaisťuje optimálny chod striedača. Striedače ktoré ponúkame dosahujú max. účinnosť až 96,3%.

Prifázovanie striedača (pripojenie energie z panelu do siete) je úplne automatizované.

Na dlhú životnosť striedačov má mimo iné vplyv aj špeciálne konštrukčné riešenie – chladenie prirodzenou cirkuláciou vzduchu bez použitia ventilátoru. Záruka striedačov sa pohybuje v rozmedzí 5 – 20 rokov.

Elektromer vlastnej spotreby

Tento elektromer meria energiu Vami spotrebovanú, za ktorú nič neplatíte a navyše dostávate odmeny za ekologicky vyrobenú energiu vo forme zeleného bonusu.

Elektromer energie predanej do siete

Tento elektromer meria energiu Vami dodanú do distribučnej siete. Za každú kWh, ktorá prejde týmto elektromerom účtujete distribútorovi 0,448€ za 1kWh – cena platná pre rok 2009 a garantovaná na dobu 12 rokov.

Typy fotovoltaických systémov

Samostatné (ostrovné) systémy - grid off

V stredoeurópskych podmienkach sa fotovoltaika využíva v miestach, kde nie je k dispozícii elektrina zo siete. Teda v prípadoch, kde sú náklady na vybudovanie a prevádzku prípojky vyššie než náklady na fotovoltaický systém (cca od vzdialenosti k rozvodnej sieti viac než 500 - 1 000 m). Môže to byť chata, ale napríklad aj obytný automobilový prívies, kde je vďaka slnečnému žiareniu komfort elektrického osvetlenia, chladničky i ďalších spotrebičov. Fotovoltaika taktiež poháňa núdzové telefónne búdky pri diaľniciach alebo výstražnú dopravnú signalizáciu. Môžeme naraziť i na fotovoltaikou napájané parkovacie automaty. Takéto zariadenie je možné kedykoľvek jednoducho premiestniť, bez nutnosti rozkopávať chodník pre napojenie k sieti.

Výkony sa pohybujú od 100 Wp do 10 kWp špičkového výkonu. Investičné náklady na ostrovné systémy sú v rozmedzí 40 - 60 000 Sk/m², čo zhruba predstavuje 350 - 520 Sk/Wp.

Grid off systémy sa ďalej delia na systémy s priamym napojením, hybridné systémy alebo systémy s akumuláciou elektrickej energie.

Schéma zapojenia systému grid-off



Systémy s priamym napojením

Ide o jednoduché prepojenie fotovoltického panelu a spotrebiča, kde spotrebič funguje iba počas doby dostatočnej intenzity slnečného žiarenia. Využíva sa napríklad na nabíjanie akumulátorov malých prístrojov, čerpanie vody na zavlažovanie, napájanie ventilátorov.

Hybridné ostrovné systémy

Používajú sa tam, kde je nutná celoročná prevádzka a kde je občas používané zariadenie s vysokým príkonom. V zimných mesiacoch je možné získať z fotovoltického zdroja podstatne menej elektrickej energie než v letných mesiacoch. Preto je nutné tieto systémy navrhovať na zimnú prevádzku, čo má za následok zvýšenie inštalovaného výkonu systému a podstatné zvýšenie prvotných nákladov. Výhodnejšou alternatívou preto je rozšírenie systému doplnkovým zdrojom elektriny, ktorý pokryje potrebu elektrickej energie v obdobiach s nedostatočným slnečným svitom a pri prevoze zariadení s vysokým príkonom. Takým zdrojom môže byť veterná elektrárňa, elektrocentrála, kogeneračná jednotka a pod.

Systémy s akumuláciou elektrickej energie

Používajú sa tam, kde potreba elektriny nastáva i v dobe bez slnečného žiarenia. Z týchto dôvodov majú tieto ostrovné systémy špeciálne akumulátorové batérie, konštruované pre pomalé nabíjanie i vybíjanie. Optimálne nabíjanie a vybíjanie akumulátorov je zaistené regulátorom dobíjania. K ostrovnému systému je možné pripojiť spotrebiče napájané jednosmerným prúdom (napätie systému býva spravidla 12 alebo 24 V) a bežné sieťové spotrebiče 230 V/~50 Hz napájané cez striedač napätia.

Grid off systém nainštalovaný na Téryho chate vo Vysokých Tatrách



Grid off systém nainštalovaný v Aquacity Park v Poprade



Systemy pripojené k energetickej sieti – grid on

Schéma zapojenia systému grid-on



Systemy grid-on fungujú celkom automaticky vďaka mikroprocesorovému riadeniu sieťového striedača, ktorý premení jednosmerný prúd z panelov na striedavý, na ktorý sú spotrebiče v domácnosti konštruované. Pripojenie k sieti podlieha schvaľovaciemu riadeniu pri rozvodných závodoch, pričom je nutné dodržať dané technické parametre.

Investičné náklady sú v rozmedzí 39 - 58 000 Sk/m², čo zhruba predstavuje 200 - 350 Sk/Wp.

Slničná elektráreň

Spôsob výroby elektrickej energie v slnečnej (solárnej) elektrárni

Existujú dva základné princípy premeny slnečného žiarenia na elektrickú energiu:

- solárne fotovoltaické systémy - elektrárne
- solárne koncentračné termické elektrárne

Solárne fotovoltaické systémy

Pracujú na princípe fotoelektrického javu - priamej premeny svetla na elektrickú energiu. Slnéčné žiarenie dopadajúce na polovodičový fotovoltaický článok, vyrobený na báze kremíka produkuje jednosmerný elektrický prúd.

Fotovoltaické články sú integrované do tzv. modulov s napätím 6 - 12 V, elektricky prepojené moduly vytvárajú solárne systémy s výstupným napätím 230 V a viac.

Na základe inštalovaného výkonu rozoznávame:

- Pracujú na princípe fotoelektrického javu - priamej premeny svetla na elektrickú energiu. Slnéčné žiarenie dopadajúce na polovodičový fotovoltaický článok, vyrobený na báze kremíka produkuje jednosmerný elektrický prúd. Fotovoltaické články sú integrované do tzv. modulov s napätím 6 - 12 V, elektricky prepojené moduly vytvárajú solárne systémy s výstupným napätím 230 V a viac. Na základe inštalovaného výkonu rozoznávame:
- väčšie strešné solárne systémy s výkonom niekoľko kW, ktoré okrem zásobovania domácností prebytky elektriny (striedavý prúd) dodávajú do verejnej siete.

Solárne elektrárne s výkonom niekoľko MW, ktoré dodávajú celú výrobu do verejnej siete.

Solárne koncentračné termické elektrárne

Pracujú na princípe koncentrácie slnečných lúčov zrkadlami na malú plochu (ohniska), kde vzniknuté veľké teplo sa využíva na generovanie pary a výrobu elektriny.

Na koncentráciu slnečného žiarenia sa používajú tri základné typy:

- Solárne koncentračné termické elektrárne Pracujú na princípe koncentrácie slnečných lúčov zrkadlami na malú plochu (ohniska), kde vzniknuté veľké teplo sa využíva na

generovanie pary a výrobu elektriny. Na koncentráciu slnečného žiarenia sa používajú tri základné typy:

- Tanierové parabolické zrkadlá - koncentrujú slnečné žiarenie do absorbéra umiestneného v ohnisku taniera. Kvapalina (olej) sa tu zohreje na 650 0C a teplo sa využíva na výrobu pary pre malú parnú turbínu s elektrickým generátorom.
- Termálne solárne veže - okolo veže sú do kruhu rozložené zrkadlá ktoré sú natáčané vždy smerom k Slnku a koncentrujú slnečné lúče do zberača (kotol) umiestneného na veži. Teplota tu dosiahne vyše 1 000 0C. Teplo je prostredníctvom termooleja privedené do parogenerátora, kde sa vyrába para pre pohon turbíny spojenej s elektrickým generátorom.

Fotovoltaické technológie

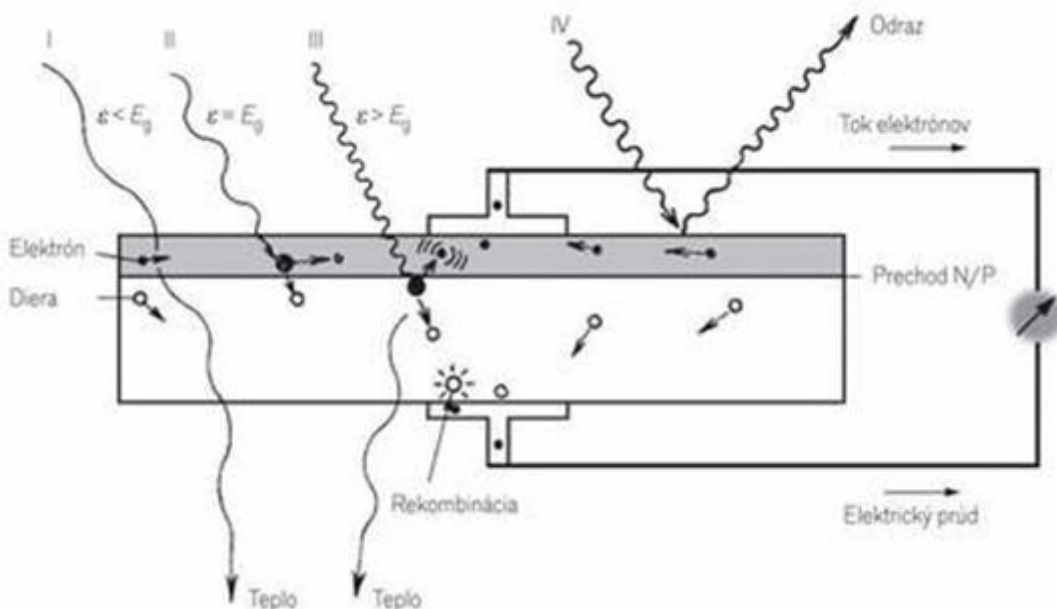
Fotovoltaické zariadenia predstavujú jednoduchý a elegantný spôsob, ako premeniť slnečné žiarenie na elektrinu. Pracujú na princípe fotoelektrického javu: častice svetla - fotóny - dopadajú na článok svojou energiou z neho "vyrážajú" elektróny. Polovodičová štruktúra článku potom usporiada pohyb elektrónov na využiteľný jednosmerný elektrický prúd. S rovnakými základnými stavebnými prvkami - solárnymi článkami - je možné realizovať aplikácie s nepatrným výkonom (napájanie kalkulačky) až po elektrárne s výkonmi MW.

Najčastejšie používaný materiál na výrobu FV článkov je kryštalický kremík (približne 90 % súčasnej výroby). Hoci je kremík najrozšírenejší prvok na Zemi, jeho spracovanie do formy polovodiča je technologicky náročné. Základnou jednotkou fotovoltaických systémov na báze kryštalického kremíka sú články (solar cells), ktoré sa spájajú do modulov (panelov). Pri moduloch druhej generácie sa fotovoltaicky aktívne tenké vrstvy (amorfný kremík, zlúčeniny CdTe, CIS atď.) nanášajú na rôzne podklady, napr. sklo, oceľ alebo plast. Výhodou tohto postupu je vysoká materiálová úspornosť, nižšie výrobné náklady a lepšia integrácia do stavebných prvkov budov.

Solárny článok je polovodičový veľkoplošný prvok s aspoň jedným PN prechodom (v podstate ide o polovodičovú diódu). Na rozhraní materiálov P a N vzniká prechodová vrstva P-N, v ktorej existuje elektrické pole vysokej intenzity. Toto pole potom uvádza do pohybu voľné nosiče náboja vznikajúceho absorpciou svetla. Vzniknutý elektrický prúd odvádzajú z článku elektródy.

V ožiarenom solárnom článku sú fotóny generované elektricky nabitými časticami (pár elektrón - diera). Niektoré elektróny a diery sú potom separované vnútorným elektrickým poľom PN prechodu. Rozdelenie náboja má za následok napätový rozdiel medzi "predným" (-) a "zadným" (+) kontaktom solárneho článku. Záťažou (elektrospotrebičom) pripojenou medzi oboma kontaktmi potom preteká jednosmerný elektrický prúd, ktorý je priamo úmerný ploche solárnych článkov a intenzite dopadajúceho slnečného žiarenia.

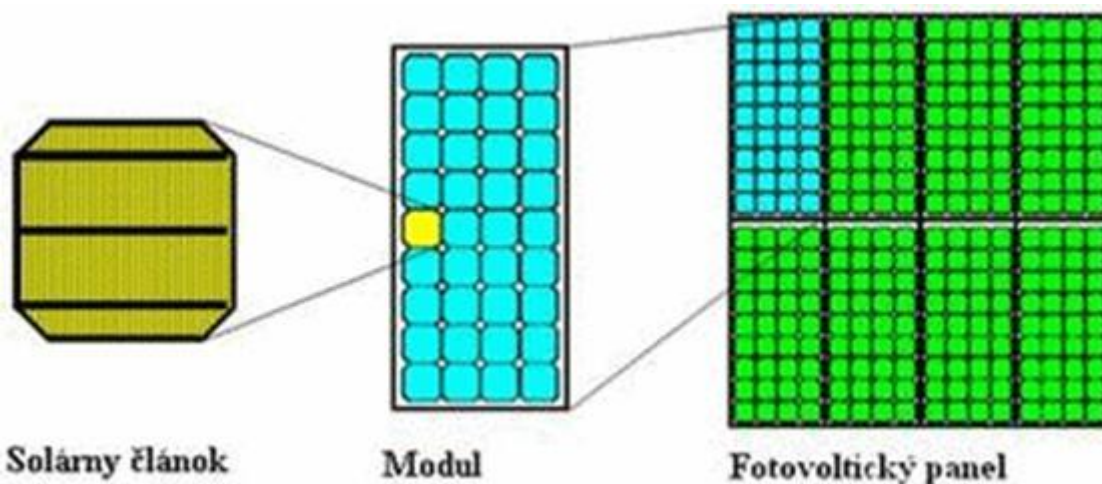
Procesy prebiehajúce pri osvetlení fotovoltaického článku na báze monokryštalického kremíka



Sériovým alebo i paralelným elektrickým prepojením solárnych článkov vzniká po ich zapuzdrení **fotovoltaický panel**. Sériovým zapojením fotovoltaických článkov do fotovoltaických panelov sa zvyšuje napätie, pričom

všetkými fotovoltaickými článkami prechádza rovnaký prúd. Ak však slnečné žiarenie nedopadá na všetky články rovnomerne, tieto články produkujú prúdy s rôznou intenzitou. To znamená, že celý panel bude dodávať len taký prúd, aký produkuje najhoršie osvetlený fotovoltaický článok.

Panel musí zaistiť hermetické zapuzdrenie solárnych článkov, musí zaistiť dostatočnú mechanickú a klimatickú odolnosť (napr. voči silnému vetru, krupobitiu, mrazu apod.).



Pretože výkon článkov závisí pochopiteľne na okamžitom slnečnom žiarení, udáva sa ich výkon ako tzv. špičkový (*watt-peak, Wp*), teda pri dopadajúcom žiarení s intenzitou $1\ 000\ \text{W/m}^2$ pri povrchovej teplote 25°C . Článok s účinnosťou 17 % má teda pri ploche $1\ \text{m}^2$ špičkový výkon 170 Wp.

Fotovoltaika sa vyznačuje vysokou spoľahlivosťou. Výrobcovia modulov garantujú ich životnosť 20 rokov, ale na základe skúseností z prevádzky najstarších modulov sa predpokladá, že dosiahne 25 – 30 rokov. Nižšiu životnosť majú meniče.

Fotovoltaika a architektúra

Solárne panely sa najčastejšie umiestňujú tak, aby boli orientované na juh, so sklonom 30 až 60° . Tak získavajú najviac energie. V súčasnosti rastie na popularite integrovanie fotovoltaických modulov priamo do fasád. Hrúbka a druh skla závisí od statických a tepelnotechnických požiadaviek. Fotovoltaické moduly vyrábané na mieru spĺňajú kritériá kladené na konštrukciu fasády, ako je

ochrana pred poveternostnými vplyvmi, slnečným žiarením, protihluková a protipožiarna izolácia či ochrana proti vlámaniu. Sklenená plocha modulov existuje v ľubovoľných rozmeroch od 200 × 300 mm až do veľkosti 2 000 × 3 000 mm. Vyrábajú sa v typických i špeciálnych tvaroch alebo zaobleniach. Fotovoltické moduly možno integrovať aj do náročnejších konštrukcií. Zariadenia, ktoré panely automaticky naklápajú a natočajú za slnkom, sa príliš nepoužívajú, pretože sú nákladné. Štruktúra kremíkových článkov a ich zafarbenie určujú optický vzhľad modulov. Polykryštalické články sa vyznačujú typickou trblietavou štruktúrou. Monokryštalické a amorfné články majú zasa rovnomerný optický vzhľad. Pre optimálnu účinnosť majú články antireflexnú vrstvu, ktorá im prepožičiava tmavomodrý odtieň. Na vytvorenie zvláštnych efektov možno použiť aj iné zafarbeniefotovoltických článkov. Usporiadáním solárnych článkov vnútri modulu a ich podielom na zasklenej časti fasády možno regulovať svetelné efekty a stupeň zatienenia.