

## Úvod

Přeměna sluneční energie v energii elektrickou ve fotovoltaických slunečních článcích je rychle rostoucí oblastí výroby obnovitelné energie.

Argumenty pro podporu fotovoltaické přeměny sluneční energie jsou hlavně vizionářské, např. pokrytí přibližně 1% plochy pouští slunečními články s 15% účinností by vyrobilo téměř tolik elektřiny jako všechny současné elektrárny světa, energie vložená do výroby slunečních článků se vrátí za 7 let, a předpokládaná životnost je vyšší než 30 let.

Na užití slunečních článků je nutno pohlížet z celosvětového hlediska, v jižních státech je doba svitu slunce delší a energetické nároky rozvojových zemí nižší. Nevýhodou této technologie je nízká hustota toku energie

Typická účinnost průmyslově vyráběných článků je 7 až 16% (amorfní křemík resp. křemík monokrystalický). Podaří-li se snížit jejich cenu čtyřikrát, pak budou rentabilní v mnoha aplikacích. Ještě je třeba vyřešit ekologicky přijatelnou akumulaci energie získané v době svitu. Bude záležet jednak na financování výzkumu a vývoje fotovoltaiky, jednak na zahrnutí všech nákladů do ceny současných výrobců elektrické energie. Např. cena likvidace jaderné elektrárny včetně "trvalého" uložení vyhořelého paliva je téměř na výši nákladů na postavení elektrárny. Nebo zahrnutí škod způsobených spalováním uhlí – emisemi z komínů elektráren. Dále pak zahrnutí nákladů na rekultivaci uranových či uhelných dolů. To vše zatím u nás hradil nebo garantoval stát, tedy každý daňový poplatník, a ne spotřebitel energie podle své skutečné spotřeby.

Evropská komise přijala významné politické rozhodnutí: plán na zdvojnásobení výroby elektrické energie v Evropské unii z obnovitelných zdrojů do roku 2010. Fotovoltaická přeměna sluneční energie je jedním z obnovitelných energetických zdrojů, vedle energie vodní (zde již mnoho nevyužité energie v Evropě není), energie větru, spalování biomasy, atd. Cíl Evropské unie do roku 2010 pro fotovoltaiku jsou 3 GW instalovaného výkonu.

Sluneční záření dopadající na povrch České republiky poskytuje ročně asi 90 000 TWh energie. Ploch použitelných pro fotovoltaické systémy je 50 000 000 m<sup>2</sup>, což reprezentuje ročně asi 5TWh, dosud instalované fotovoltaické systémy poskytují 0,03 GWh.

Následující aktivita je připravena pro víceméně samostatnou práci žáků /studentů/, předpokládá se znalost procent, zlomků a dovednost odečíst hodnoty z měřidel.

### Co budete umět:

Vyzkoušet solární článek z čehokoliv

Zdůvodnit, proč nemůžeme spoléhat jen na solární energii.

Pomůcky:

Fotovoltaické články /0,5V/, příp. panely s různým počtem článků, několik různobarevných průsvitných folií hl.žluté a modré, přívodní vodiče, přepínací multimetr A/V, zdroj světla – žárovka, lupa nebo spojka, allobal, úhloměr

### Aktivita č.1: Solární článek téměř bez výpočtů

Po připojení solárního článku k měřidlům nastavíme zdroj světla do určité vzdálenosti a zapíšeme hodnoty na měřidle – napětí a proud /tím přepínáme režim solárního článku mezi stavem naprázdno a nakrátko/.

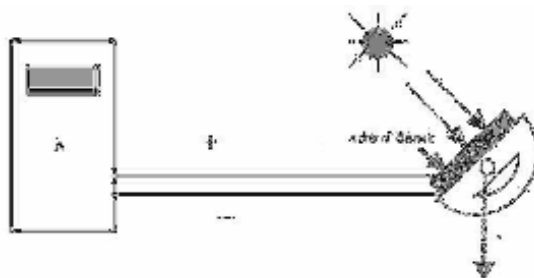
1. postupně pokládáme na povrch článků barevné průsvitné fólie a všímáme si údajů na měřidlech.
2. Zastíníme 1/4, 1/2, 3/4 solárního článku a opět zaznamenáme údaje.
3. Pomocí úhloměru měníme úhel sklonu solárního článku asi po 20°.
4. Nyní lupou koncentrujeme světlo dopadající na článek, opět měříme proud. podobně zkusíme měřit, když z alobalu vytvoříme parabolické zrcadlo.

Otázky:

1. Pro kterou z barev ukazovala měřidla nejvíce?
2. Co se děje, zastiňujeme-li solární článek?
3. Jaký užitek nám solární články mohou přinést?
4. Jak se mění výkon dodávaný článkem v průběhu dne?
5. Jakým směrem je třeba solární panel orientovat při instalaci?
6. Jaké účinnosti při výrobě elektřiny dosahují běžné elektrárny

## Aktivita č.2: Měrný výkon solárního článku

Nastavíme solární článek do 45° úhlu ke světlu /slunci/, zapisujeme napětí a /po přepnutí na ampérmetr/ proud. Je třeba měřit napětí bez zařazeného ampérmetru!



Spočteme elektrický výkon produkovaný článkem jako součin  $P=U \cdot I$ .

Např.,  $U=0.50V$ ,  $I=250mA$   $P=0.50V \times 250mA=0,125W$  to je asi 125 mW

Nyní změříme velikost aktivního povrchu použitého článku, spočteme v  $m^2$  plochu článku

$S = \text{výška} \times \text{šířka} = 0,0001m^2 - 1cm^2/$ .

Např.  $12 \times 10cm = 120cm^2 = 0,012m^2$

Měrný výkon zkoumaného článku vychází

$P_m = 0,125/0,012 = 10,4W/m^2$ .

## Aktivita č.3: Stanovení účinnosti článku

Nejlépe je pokus dělat na přímém slunci, ale to obvykle není v místnosti možné. Svítíte-li na solární článek žárovkou, měli byste změřit luxmetrem osvětlení v místě pokusu, v našem případě vychází pro 60W žárovku ve 15 cm vzdálenosti  $87W/m^2$ . V případě pokusů venku na přímém slunci je mezi  $720-1000W/m^2$  /přibližně solární konstanta/.

Účinnost  $\eta$  vyjadřuje schopnost zařízení zužitkovat dodanou energii, vyjadřuje se v %.

Tedy v našem případě vychází účinnost

$$\eta = \frac{10,4 W / m^2}{87 W / m^2} = 0.117 = 12\%$$

Poznámky:

Úvahou lze určit světelný výkon v měřeném místě: žárovka má asi 3% účinnost, tedy z 60W žárovky dostaneme světelný výkon 2W, rozložený na ploše ve vzdálenosti 1m, ve vzdálenosti 0,15m od žárovky je dopadající výkon  $(1/0,15)^2 = 44,4$  krát větší, tedy asi 88W.

### Spojování článků

Pro získání vyšších napětí je třeba spojovat články do série a pro možnost větších a stabilnějších odběrů proudu i paralelně, např. panel sestavený z 36 článků může dodávat proud až 1,3A při napětí 18V.

### Závěry:

/solární/ článek je velkoplošný polovodičový prvek, který je schopný přeměňovat světlo na elektřinu. Je schopen na rozdíl od obyčejných fotočlánků dodávat elektrický proud.

Fotovoltaický sluneční článek je tedy polovodičová dioda (přechod N-P) mající poměrně velkou plochu ( $\text{dm}^2$ ), spodní celoplošný kovový kontakt (reflektor) a vrchní kovový kontakt (mřížku, hřeben) zabírající velmi malou plochu článku, aby nestínil.

Na přechodu PN dojde k oddělení díry a elektronu a na přívodních kontaktech vznikne napětí (v případě křemíku 0,5-0,6 V) a připojíme-li ke kontaktům spotřebič, protéká jím elektrický proud. Ten je přímo úměrný počtu absorbovaných fotonů a tedy i ploše celého slunečního článku.

V praxi se fotovoltaické články spojují do modulů kombinovaně, pro dosažení napětí 18V je zapotřebí 36 článků.

Solární radiace, ideálně v poledne jasného dne kolem rovníku, je asi  $1000 \text{ W/m}^2$ . Takže při běžné 10% účinnosti bude modul o rozloze  $1 \text{ m}^2$  dávat výkon jako jedna 100 W žárovka. Pravdou je, že vědci zvyšují každoročně účinnost fotovoltaických článků, nyní se pohybuje u těch dražších kolem 15% a teoreticky je dosažitelná účinnost až 22%.