

## Fotovoltaika - možnosti predikcie

Liška Martin · Elektrotechnika

10.11.2010



V súčasnosti sa téma OZE zameriava predovšetkým na oblasť využitia energie slnečného žiarenia. Názory na to, aké miesto v energetike obnoviteľných zdrojov by mala fotovoltaika obsadiť a aké priority sa jej majú priradiť sú rôzne.

Výrobcovia elektriny z fotovoltaických elektrární (FTE) chcú pochopiteľne čo najväčšie výkupné garantované ceny bez zodpovednosti za odchýlku. Na druhej strane, prevádzkovatelia distribučných sústav sú zodpovední za riadenie svojej sústavy a bezpečnosť dodávky elektrickej energie a tento typ nepredikovateľného zdroja im túto povinnosť len sťažuje. Naviac sú povinní túto elektrinu vykupovať za regulované ceny, čo nakoniec zvyšuje celkovú platbu za dodávku elektriny pre koncových odberateľov. Nakoniec je tu samotný ÚRSO, ktorý má zodpovedne najšť spoločný konsenzus pre obe strany. Samozrejme sú tu ešte ďalšie subjekty - štát, EU, a nakoniec samotní obyvatelia, ktorí to nakoniec všetko zaplatia... Rôzne názory prezentované na medzinárodných konferenciách boli pre mňa podnetom skúsim spraviť podrobnejšiu analýzu toho, ako to je to s tou predikciou, odchýlkou a výkupnou cenou v oblasti fotovoltaiky na Slovensku. Ešte pred samotnou analýzou si však dovoľím v krátkosti opísať formy premeny slnečného žiarenia.

Väčšina z nás už vie, že premeny slnečnej energie na inú formu energie sú rôzne a založené na rôznych technológiách. V menšom meradle sa jedná predovšetkým o ohrev teplej úžitkovej vody v slnečných kolektoroch. Slnečné kolektory pracujú na princípe fototermálnej konverzie, teda premene slnečného žiarenia na tepelnú energiu. Absorpčná plocha transformuje dopadajúce slnečné žiarenie na tepelnú energiu a odovzdáva ho teplonosnej látke. V tomto prípade sa nejedná o výrobu elektriny, ale podľa môjho názoru má aj táto forma získavania energie zo slnka v energetike veľké opodstatnenie, preto ju tu v krátkosti spomínam. (existujú však aj tzv. vežové slnečné elektrárne, ktoré pracujú rovnako ako klasické konvenčné tepelné elektrárne, ale vodu zohrievajú slnečné lúče koncentrované od systému zrkadiel - heliostaty). Priama premena slnečného žiarenia na elektrickú energiu je založená na princípe fotoelektrického javu, ktorý môže byť vnútorný alebo vonkajší. Fotoelektrický jav objavil nemecký fyzik Heinrich Rudolf Hertz v roku 1887. Albert Einstein neskôr tento jav podrobnejšie opísal, pričom hypoteticky odvodil existenciu fotónov. Je kuriozitou, že Einsteinovi bola udelená Nobelova cena práve za objasnenie fotoelektrického javu a nie za teóriu relativity.[1] V súčasnosti sa vyvíjajú rôzne technológie solárnych článkov

(polykrištalickej, monokryštalickej, tenkovrstvovej, organickej a podobne.) Pripomínam, že v súčasnosti sa špičkové technológie sa pohybujú okolo účinnosti 41,7% (tzv. koncentrátory s tandemovými článkami na báze GaAs). Nemá význam sa týmto podrobnejšie zaoberať, pretože v súčasnosti je dostupného veľa materiálu, a každý si môže v prípade záujmu na túto tému „zabrowsovať“ po internete.

Keď sa vrátim späť k tomu, čo je jadrom tohto článku, začnem v prvom rade s tým, aká je situáciu na území SR čo sa týka slnečného žiarenia. Na prvom obrázku (Obr.1) je znázornená mapa slnečného žiarenia dopadajúceho na územie SR a miesta výstavby tých FTE, ktorých výstavba bola povolená zo dňa 27.11.2009 (uverejnené na stránke SEPS, a.s.) [4]. Ročný úhrn globálneho žiarenia sa pohybuje v rozmedzí od 1200 kWh/m<sup>2</sup> (oblasť na severe) do 1400 kWh/m<sup>2</sup> (oblasť juhozápadného Slovenska). Povolených bolo 37 žiadostí s celkovým výkonom 120MW. Z tohto obrázku vyplýva, že najviac FTE elektrární by malo byť pripojených do distribučnej sústavy SSE - distribúcia, a.s. Tu ma napadá otázka, či podiel FTE na zvýšení ceny za dodávku elektriny bude v tomto kraji najvyšší....



*Obr. 1 - ročný úhrn slnečného žiarenia a plánovaná výstavba fotovoltických elektrární na Slovensku*

### **Výpočet predikcie a porovnanie so skutočnými hodnotami**

V tejto časti by som sa chcel zamerať na výpočet predikcie pomocou programu PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) a následné porovnanie s reálnymi hodnotami fotovoltickej elektrárne (ďalej len „FtE“). Predikcia sa vzťahuje na obdobie od 1.6.2009 do 31.10.2009. Program PVGIS obsahuje širokú databázu slnečných a tepelných podmienok celej Európy a Afriky. Na základe týchto údajov sa dá pomerne jednoducho stanoviť odhad denného, mesačného, a ročného úhrnu slnečného žiarenia, teplôt, výroby elektriny. Program dokáže na základe tejto databázy počítať výšku slnka nad horizontom, difúzne a priame žiarenie, globálne žiarenie pri bezoblačnej a oblačnej oblohe, optimálny sklon modulov, možnosť jednoosového alebo dvojosového natáčania modulov a mnohé iné aplikácie užitočné pri stanovení odhadu výroby elektrickej energie. Porovnanie predikcie a skutočných nameraných hodnôt som vykonal na FtE s týmito parametrami:

- Technológia : kryštalickej kremík
- Inštalovaný výkon : 100kWp
- Sklon panelov: 35°
- Stacionárny systém (bez možnosti natáčania panelov)
- Orientácia (azimut) modulov: -1.0° (optimálny)
- Odhadované straty vplyvom teploty: 7,3% (s použitím databázy teplôt)
- Odhadované straty vplyvom uhlovej odrazivosti: 2,8%
- Iné straty (káble, striedače, atď.): 14.0%
- Celkové straty systému: 24,1%

Odhadovaná výroba elektrickej energie je daná vzťahom:

$$E = 365 * P_{inst} * r_P * H_{hl}$$

$P_{inst}$  (kWp) - je špičkový inštalovaný výkon systému,

$r_P$  - je odhadovaný výkonnostný pomer systému (obvyklá hodnota z mono a polykrystalických kremíkových modulov je 0.75)

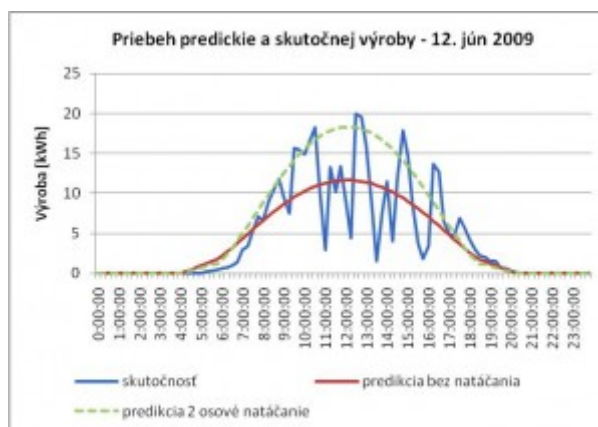
$H_{hl}$  - je mesačný alebo ročný priemer intenzity globálneho žiarenia na vodorovný a naklonený povrch. [2]

Nasledujúca tabuľka (Tab. 1) zobrazuje predikciu mesačnej výroby vo FtE v mesiacoch jún až október 2009 a porovnanie so skutočnými hodnotami:

Tab.1 - predikcia a skutočná výroba elektriny

Mesiac	Výroba za mesiac odhad (kWh)	Výroba za deň odhad (kWh)	Výroba za mesiac skutočnosť (kWh)	Rozdiel (kWh)
Jún	12 367	412	12 193	101
Júl	13 351	431	15 592	86
August	12 171	393	14 646	83
September	10 138	338	12 455	81
Október	7 805	252	7 179	109

Na základe porovnania objemu skutočne vyrobenej a predikovanej elektriny možno konštatovať, že z hľadiska celkových objemov je výroba elektriny vo FtE pomerne dobre predikovatelná s malou mierou nepresnosti. (pre sledované obdobie rozdiel medzi odhadom a skutočnosťou je cca 10%). Ale ako je to vlastne s 15 minútami? Na to, aby som mohol stanoviť čo možno najhorší deň z pohľadu odchýlky FtE, som si vybral deň, kedy bola vysoká výroba a zároveň vysoké kolísanie výkonu na výstupe. Jedná sa o dátum 12.6.2009. Nasledujúci graf (Obr.2) zobrazuje priebeh skutočnej dodávky v 15 minútových intervaloch a priebeh predikcie pre modelovaný a skutočný stacionárny systém. (V obrázku je znázornený aj priebeh predikcie, ktorá by bola v prípade že modelovaný systém nie je stacionárny).



Obr. 2 - priebeh dennej predikcie a skutočnej výroby elektriny na FtE

Z priebehu predikcie a skutočných hodnôt, je vidno, že skutočný výkon osciloval okolo

predikcie. Na to, aby bolo možné v predikcii zachytiť čiastočne aj kolísanie spôsobené premenlivou oblačnosťou, je potrebné vykonávať úpravu diagramov dodávky s uvažovaním meteorologických predpovedí aspoň v D-1. Je zrejmé, že kolísanie výkonu nemožno predikovať ani 4 hodiny dopredu, čo dokazuje aj predošlý obrázok. Úpravou diagramov založených na dlhodobej predikcii s najbližšou predpoveďou počasia je možné len znížiť celkovú odchýlku v dni dodávky.

V nasledujúcej tabuľke (Tab. 2) je vyčíslená platba za odchýlku pre FtE dňa 12.6.2009 pre rôzne ceny za odchýlku. Odchýlka vznikla ako rozdiel medzi plánovanými hodnotami pri dlhodobej predikcii (vypočítanej v PVGIS bez úpravy podľa predpovede počasia v D-1) a skutočnou dodávkou.

Tab. 2 - platba za odchýlku

Celková odchýlka		Cena za odchýlku (EUR/kWh)			Platba za odchýlku (EUR)		
kladná	záporná	skutočná	maximálna	priemerná	skutočná	maximálna	priemerná
75	-107	x	0,207 462	0,064	9,75	37,8	11,6

Cena odchýlky bola prevzatá z informačného systému zúčtovateľa odchýlok [3]. Jedná sa o mesačne upravené hodnoty. Skutočná cena je cena, ktorou bola ohodnotená odchýlka v danej štvrthodine počas dňa 12.6.2009. Maximálna cena najvyššia cena za odchýlku v danom dni, a priemerná cena je priemer všetkých cien v každej perióde dňa. Pri súčasných výkupných cenách pre systémy s  $P_{inst}$  do 100kW rovných 387,65 EUR/MWh, ktoré stanovuje Výnos ÚRSO č. 2/2010 [5], by výrobca v tento deň dostal za vyrobený objem elektriny v množstve 444 kWh celkovo cca 172 EUR. Z toho by ako subjekt zúčtovania za svoju odchýlku zaplatil cca 10 EUR ak by svoj diagram dodávky vykonával len na základe dlhodobej predikcie programom PVGIS.

Možno konštatovať, že dlhodobá predikcia bola pomerne presná, čo sa týka celkových mesačných objemov elektrickej energie. V jednoduchovej predikcii však kolísanie výkonu spôsobilo odchýlku, tá však v tomto prípade predstavuje len veľmi malú položku z celkovej ceny za vyrobenú elektrinu.

#### Literatúra:

1. <http://sk.wikipedia.org>
2. Databáza PVGIS. Dostupné na: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>. Online
3. Zúčtovacia cena odchýlky. Dostupné na: <http://www.iszo.sk/portal/>. Online
4. Zoznam povolenej výstavby fotovoltaických elektrární. Uverejnené na: [www.sepsas.sk](http://www.sepsas.sk)
5. Výnos ÚRSO č. 2/2010, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Úradu pre reguláciu sieťových odvetví z 28. júla 2008 č. 2/2008, ktorým sa ustanovuje regulácia cien v elektroenergetike v znení neskorších predpisov

