

Ján Tkáč, Marek Hvizdoš

Polohovanie solárnych zariadení

Príspevok je zameraný na využívanie slnečnej energie s orientáciou na meranie vlastností solárnych zariadení za rôznych prevádzkových podmienok. Najvýznamnejší vplyv na ich energetický zisk preukazuje priestorová orientácia a vzájomná poloha slnka a zariadenia, ktoré využíva jeho energiu. Na optimalizáciu zisku bolo skonštruované polohovacie zariadenie, tzv. dvojosí tracker. Zariadenie bolo použité na meranie smerových charakteristík slnečných kolektorov a fotovoltaických článkov.

Kľúčové slová: slnečná energia, slnečný kolektor, fotovoltaický článok, tracker

I. ÚVOD

Medzi základné faktory, z ktorých sa vychádza pri rozhodovaní o technickom využití slnečnej energie pri projektovaní heliotechnických zariadení a solárnych systémov, patria pomerne podrobné poznatky o dostupnosti slnečnej energie v uvažovanej lokalite. Údaje o množstve a kvalite dostupného slnečného žiarenia dopadajúceho na absorbujúci povrch sa získavajú pomocou pyranometrických meraní, alebo analytickým výpočtovým spôsobom [1], [2].

Pri využívaní solárnych zariadení sú takto získané údaje vhodné pre výpočty, avšak nezohľadňujú vlastnosti samotných solárnych zariadení. Vlastnosti týchto zariadení sa získavajú pomocou pomerne zložitých meracích postupov, pričom je nevyhnutné riadeným spôsobom meniť ich polohu. Na tento účel sa konštruujú rôzne druhy polohovacích zariadení (trackero) s manuálnym resp. automatickým nastavovaním polohy [3], [4].

II. POLOHOVACIE ZARIADENIA

Pozícia slnka na oblohe sa mení počas dňa v závislosti od ročného obdobia. Solárne zariadenia vykazujú najlepšie výkonové parametre, ak sú nasmerované kolmo k slnku alebo približne do smeru slnečných lúčov. Na tento účel sa používajú polohovacie zariadenia – trackery, ktoré sa líšia konštrukciou a spôsobom polohovania.

Trackery slúžia na polohovanie solárnych zariadení a reflexných zrkadlových plôch s cieľom dosiahnutia maximálneho alebo optimálneho energetického zisku, požadovaného v danom časovom okamihu. Polohovacie zariadenia sú pre niektoré solárne zariadenia nevyhnutné, pre iné sú zasa nerentabilné. Rovinné slnečné kolektory a fotovoltaické články, vykazujúce vysoký zberný uhol, si polohovanie nevyžadujú. Avšak solárne zariadenia, využívajúce na svoju činnosť koncentráciu slnečného žiarenia, optimálne nastavenie polohy nevyhnutne potrebujú.

Polohovacie zariadenia je možné rozdeliť podľa počtu osí na jednoosé a dvojosé.

Jednoosé trackery majú jednu os pevne nastavenú a druhá sa natáča. Konštruujú sa buď s horizontálnou osou s orientáciou východ-západ (Obr. 1) alebo s osou orientovanou v smere sever-juh so sklonom odpovedajúcim zemepisnej šírke miesta inštalácie (Obr. 2).



Obr. 1. Jednoosí tracker s horizontálnou osou.



Obr. 2. Jednoosí tracker s orientáciou sever-juh.

Dvojosé trackery umožňujú natáčanie horizontálne aj vertikálne. Podľa spôsobu činnosti ich delíme na kontinuálne polohované – zabezpečujúce v každom okamihu kolmú orientáciu k slnku, alebo krokovo polohované v predpísaných časových intervaloch, pričom časové intervaly pre obidve osi sú rozdielne v rámci dňa a roka. Tento spôsob polohovania je energeticky efektívnejší (Obr. 3).

V porovnaní s pevným nastavením, zvyšujú polohovacie zariadenia ročnú produkciu približne o 30 %.



Obr. 3. Dvojosí kontinuálny tracker.

III. KONŠTRUKCIA POLOHOVACIEHO ZARIADENIA

Pri konštrukcii polohovacieho zariadenia sa vychádzalo z hraničných relatívnych polôh Slnka a Zeme s ohľadom na požiadavky pre realizáciu meraní [5], [6]. Bola zvolená konštrukcia, umožňujúca zmenu polohy v smere osi x a y . Ide teda o dvojosí tracker s možnosťou kontinuálneho nastavovania v smere výšky slnka nad obzorom, ako aj azimutu v rozsahu $\pm 90^\circ$ voči juhu. Zariadenie bolo skonštruované podľa Obr. 4 a pozostáva z podvozku, otočného mechanizmu, servopohonov, ovládacieho panelu a polohovacej plošiny.



Obr. 4. Polohovacie zariadenie.

Konštrukcia polohovacieho zariadenia bola realizovaná s cieľom dosiahnuť požadované technické parametre pri minimálnej hmotnosti s možnosťou jednoduchého premiestňovania na meracie stanovište. V prvej etape bol polohovací systém konštruovaný s klasickým elektromechanickým manuálnym ovládaním. Perspektívne sa uvažuje s prechodom na plnoautomatické ovládanie prostredníctvom odporových vysieláčov, ktoré sú inštalované v servopohonoch a ktoré umožňujú elektronickú indikáciu nastavenej polohy. Nastavená

poloha je indikovaná pomocou stupnic inštalovaných na otočných mechanizmoch (Obr. 5).



Obr. 5. Indikátory nastavenej polohy.

Technické údaje polohovacieho zariadenia sú v tab. 1.

TABUĽKA I
Technické údaje polohovacieho zariadenia

| | |
|-------------------------------|---|
| Vonkajšie rozmery | výška – 1,3 m dĺžka – 1,3 m šírka – 0,75 m |
| Rozmery upínacej plošiny | 0,6 m x 0,7 m |
| Hmotnosť | 70 kg |
| Nosnosť | 100 kg |
| Rozsah pracovných polôh | horizontálny smer – 180° vertikálny smer – 80° |
| Rozsah pracovných teplôt | -30 až $+50$ $^\circ\text{C}$ |
| Servopohony | 2 x servomotor Klimakt: Nm 50, 16 S/90 $^\circ$ |
| Indikátor polohy elektronický | odporový vysieláč 2 x 100 Ω |
| Indikátor polohy vizuálny | stupnice na polohovacom mechanizme |
| Ovládanie | manuálne |
| Napájacie napätie | 230 V \sim , 0,17 A |

IV. OVEROVACIE MERANIA NA POLOHOVACOM ZARIADENÍ

Polohovacie zariadenie umožňuje meranie ako na fototermálnych, tak aj na fotovoltických článkoch, avšak pre overovacie meranie je kvôli rýchlej časovej odozve a suchému procesu merania výhodnejší fotovoltický článok. Pre overovacie merania bol zvolený fotovoltický článok SMP 12 – 350 s nasledujúcimi technickými údajmi:

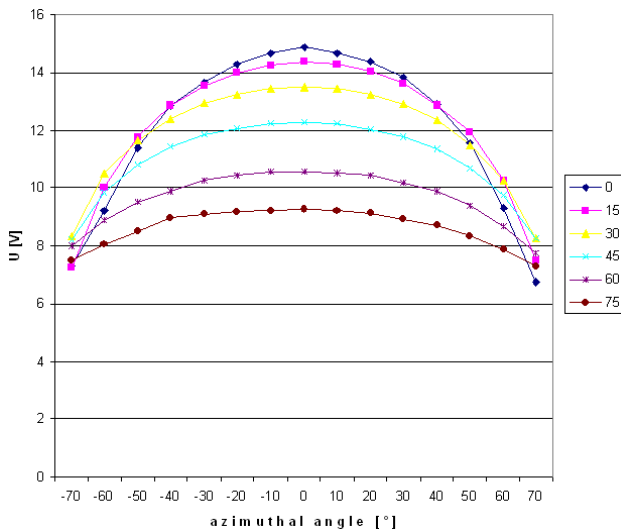
$$\begin{aligned} P_{\max} &= 5,9 \text{ W,} \\ U_{\text{mpp}} &= 17,4 \text{ V,} \\ I_{\text{mpp}} &= 0,34 \text{ A,} \\ U_{\text{oc}} &= 21,5 \text{ V,} \\ I_{\text{oc}} &= 0,37 \text{ A.} \end{aligned}$$

Merania boli realizované v exteriéri pri slnečnom žiarení za jasného dňa v čase astronomického poludnia. Počas každého merania bolo vykonané:

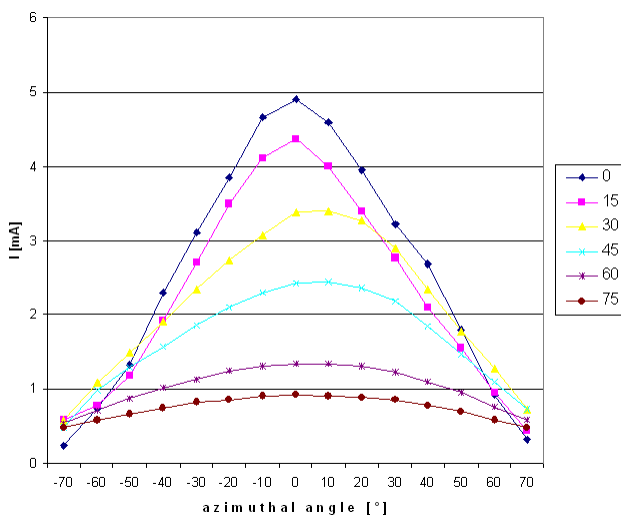
- meranie naprázdno,
- meranie nakrátko,
- meranie zaťažovacej (V-A) charakteristiky.

Pri meraniach sa vychádzalo z kolmého nastavenia k slnku a postupne sa nastavovali ako horizontálne tak aj vertikálne odchýlky. Horizontálna odchýlka sa menila s krokom 15° od 0° až po 75° na východ a západ. Podobne sa menila aj vertikálna odchýlka.

Získané výsledky z meraní sú graficky spracované na Obr. 6 a Obr. 7 a sú v súlade s vlastnosťami meraného solárneho článku.



Obr. 6. Smerová charakteristika fotovoltického článku naprázdno.



Obr. 7. Smerová charakteristika fotovoltického článku nakrátko.

Namerané výsledky sú v plnej zhode s teoretickými predpokladmi. Symetria grafických závislostí svedčí o plnej funkčnosti skonštruovaného polohovacieho zariadenia. Drobné odchýlky pri nameraných zaťažovacích charakteristikách vznikli v dôsledku teplotnej závislosti meraných fotovoltických článkov, ako aj v dôsledku meteorologických podmienok v čase merania.

V. ZÁVER

Podrobné poznatky o slnečnom žiarení, jeho zložení a množstve, ktoré je k dispozícii v uvažovanom čase v určitej geografickej lokalite, sú dôležité v celom rade aplikačných oblastí, jednak pri vytváraní vhodných životných a pracovných podmienok jeho pasívnym využívaním, ako aj v oblasti energetiky pri využívaní solárnej energie jej fototermálnou alebo fotoelektrickou premenou na elektrický prúd pomocou fotovoltických článkov. Množstvo dodávanej elektriny je závislé od momentálnych meteorologických podmienok, času

prevádzky v rámci dňa mesiaca a roka, ako aj orientácie solárnych panelov voči slnku. Preto je pripojovanie veľkého množstva solárnych elektrární do elektrizačnej sústavy problematické, nakoľko pri každom výpadku alebo znížení dodávaného výkonu je potrebné mať pripravenú rezervu [7].

Navrhnuté a skonštruované zariadenie umožňuje meranie a demonštráciu činnosti a vlastností solárnych zariadení pri rôznej smerovej orientácii a za rôznych prevádzkových podmienok.

Výpočtovou metódou v programe Matlab boli overené a porovnané dosiahnuté výsledky s nameranými hodnotami, pričom bola dosiahnutá približná zhoda. Vychádzalo sa pri tom z výpočtov poskytujúcich informácie o slnečnej energii v uvažovanej geografickej lokalite, v zadanom čase - v rámci dňa, mesiaca a roka.

Polohovacie zariadenie je možné ďalej konštrukčne zdokonaľovať a perspektívne by ho bolo vhodné doplniť o elektronické meracie obvody a riadiaci počítač, ktorý by umožnil komfortnejšiu realizáciu meraní.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Centrum výskumu účinnosti integrácie kombinovaných systémov obnoviteľných zdrojov energií, kód ITMS: 26220220064, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja



Agentúra
Ministerstva pôľovníctva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ



Operačný program
VÝSKUM A VÝVOJ



Centrum
VUKONZE
TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH

Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

LITERATÚRA

- [1] R. Kittler – J. Mikler, *Základy využívania slnečného žiarenia*, Veda, Bratislava, 1986.
- [2] V. Vanýsek, *Základy astronómie a astrofyziky*, Academia, Praha, 1980.
- [3] R. Cíhelka, *Solárna tepelná technika*, Veda, Praha, 1994.
- [4] A. Smola, *Solárna energia a jej využitie*, STU Bratislava, 1994.
- [5] M. Halahyja – J. Valášek, *Solárna energia a jej využitie*, Alfa, Bratislava, 1985.
- [6] Š. Marko et al., *Energetické zdroje a premeny*, Alfa, Bratislava, 1989, ISBN 80-05-00084-7.
- [7] P. Tauš – J. Koščo – M. Taušová, “Špecifiká implementácie fotovoltických systémov do energetickej siete na Slovensku,” *31. NZEE Býkovic 2010*, ČES, VUT Brno, 2010, p. 33-41, ISBN 978-80-02-02243-5.

ADRESY AUTOROV

Ján Tkáč, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská republika, Jan.Tkac@tuke.sk
Marek Hvizdoš, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská republika, Marek.Hvizdos@tuke.sk