

Dušan Medveď, Michal Kolcun, Jaroslav Petráš, Rastislav Stolárik, Štefan Vaško

Meranie charakteristík fotovoltických panelov

Tento príspevok sa zaoberá prezentovaním spôsobu merania voltampérových, teplotných a výkonových charakteristík fotovoltických panelov (článkov) použitých v rámci projektu s ITMS kódom 26220220080. Jednotlivé merania boli prispôbené aktuálnemu rozmiestneniu fotovoltických panelov, priestorovému usporiadaniu datakoncentrátora, pričom sa príslušné charakteristiky merali priamo alebo prostredníctvom prevodníka.

Kľúčové slová: fotovoltický článok, voltampérová charakteristika

This paper deals with the overview of the method for measuring the volt-current, temperature and power characteristics of photovoltaic cells (panels) used within the project with ITMS code 26220220080. Individual measurements were adapted to the actual situation where the particular characteristics were measured directly or via the converter.

Keywords: photovoltaic cell, volt-current characteristics

I. ÚVOD

Voltampérová charakteristika je závislosť elektrického prúdu pretekajúceho daným prvkom od elektrického napätia. V praxi sa väčšinou využíva lineárna závislosť prúdu od napätia. Nelinearity sú spôsobené zmenou teplotných podmienok, vplyvom vonkajšieho elektromagnetického poľa, zmenou tlaku, vlhkosti a pod. Zvyšovaním napätia na predmetnom prvku (ak uvažujeme len s rezistívnou záťažou) sa prúd zväčšuje. Rezistor sa však môže veľkým prúdom prehriať a poškodiť.

Meraním voltampérovej charakteristiky je možné zistiť výkon dodávaný daným fotovoltickým (FV) panelom, na ktorom nebolo realizované priame meranie výkonu. Týmto spôsobom je možné napríklad dodatočne zistiť výkon dodávaný príslušným FV panelom.

Ďalšími charakteristikami, ktoré boli merané, bola teplotná závislosť výkonu daného FV panelu od teploty panelu. Nakoľko pri zvyšujúcej sa teplote polovodičových prvkov, teda aj fotovoltického panelu, znižuje sa účinnosť daného prvku, je preto potrebné brať do úvahy aj vplyv teploty na zmenu dodávaného výkonu. Teplota bola snímaná snímačom teploty PTR25.

Úroveň dopadajúceho slnečného žiarenia bola na niektorých paneloch meraná solarimetrom (CR100).

II. POPIS POUŽITÝCH FOTOVOLTICKÝCH PANELOV

Fotovoltické články majú za sebou takmer 68 rokov vývoja. Prvý patent na solárny článok bol podaný v roku 1946 Russelom Ohlom, ktorý taktiež stál na počiatku rozvoja kremíkových solárnych článkov. Odvtedy bol vyvinutý celý rad konštrukcií a typov s využitím rôznych materiálov.

Pre experimentálne účely boli do laboratória vybrané fotovoltické komponenty a panely (Obr. 1 a 2) od výrobcov Nova, Sanyo, Solarsys a Trina. Od uvedených výrobcov fotovoltických panelov sú použité nasledovné modely fotovoltických komponentov:

- panel PV **Solarsys** PM245-BB s monokryštalickou technológiou výroby a počtom buniek 60, výkonom 245 W, inštalovaných je 10 kusov panelov,
- amorfná technológia Thinfilm **Nova** T-series 80 W, s technológiou výroby fotovoltických buniek thinfilm,

výkon jednotlivých panelov je 80 W, počet kusov inštalovaných panelov je 5,

- **Sanyo** HIT214, s hybridnou technológiou výroby panelov, výkonom 214 W, 5 kusov inštalovaných panelov,
- **Trina** TSM-PC05 235 W, s výkonom 235 W, bolo osadených 10 kusov panelov, polykryštalická technológia výroby panelov.



Obr. 1. Pohľad na fotovoltické panely v externej časti laboratória



Obr. 2. Fotovoltické panely v externej časti laboratória



Obr. 3. Pohľad na monokryštalický FV panel osadený v externej časti laboratória

III. OSADENIE FOTOVOLTICKÝCH PANELOV

Jednotlivé fotovoltaické panely boli osadené v spoločnom laboratóriu fotovoltiky žiadateľa projektu (spoločnosť Vadium, s.r.o.) a partnera projektu (Technická univerzita v Košiciach) na streche budovy v Prešove (na ulici Plzenská 2), kde rovná plocha strechy a usporiadanie okolitých budov vytvárala vhodné podmienky pre osadenie panelov a následné meranie príslušných parametrov fotovoltaických panelov.

Usporiadanie panelov je uvedené v nasledujúcej tabuľke.

TABUĽKA I
Usporiadanie fotovoltaických panelov na streche

Tracker	Vodorovne	Východ	Západ	Juh	Tracker	Vodorovne	Východ	Západ	Juh
Nova	Nova	Nova	Nova	Nova	Trina	Trina	Trina	Trina	Trina
Sanyo	Sanyo	Sanyo	Sanyo	Sanyo	Trina	Trina	Trina	Trina	Trina
Solarsys	Solarsys	Solarsys	Solarsys	Solarsys	Solarsys	Solarsys	Solarsys	Solarsys	Solarsys



Obr. 4. Fotovoltaické panely v externej časti laboratória (pohľad na FV panely umiestnené na trackeroch; popis je uvedený v prvom stĺpci tabuľky I.)

IV. MERANIE CHARAKTERISTÍK FOTOVOLTICKÝCH PANELOV

Pre meranie príslušných charakteristík fotovoltaických panelov bolo potrebné nainštalovať potrebné meracie prístroje. Nakoľko sa jedná o autonómnu výrobu elektrickej energie, je potrebné zabezpečiť aj spotrebu elektrickej energie. Aby bolo možné pomerne ľahko merať

jednotlivé parametre, ako zdroj spotreby sa zvolil výkonový rezistor, na ktorom sa prejaví spotreba len vo forme tepla, teda nevzniknú ďalšie prídavné úbytky napätia vplyvom elektromagnetického poľa (uvažovala sa len rezistívna záťaž, pričom indukčná a kapacitná časť rezistora sa zanedbali). Dané výkonové rezistory však vplyvom teploty menia svoju voltampérovú charakteristiku, preto je potrebné vplyv teploty daného rezistora uvažovať vo výpočtoch (nelineárna volt-ampérová charakteristika).

Použitie záťažových a meracích rezistorov pri daných FV paneloch je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

TABUĽKA II

Usporiadanie záťažových a meracích rezistorov pri jednotlivých fotovoltaických paneloch

Solarsys	<p>Záťaž $R = 7,6 \Omega$</p> <p>$R = 7,6 \Omega$</p>	<p>Meranie $R = 0,22 \Omega$</p> <p>$R = 0,22 \Omega$</p>
Nova	<p>Záťaž $R = 125 \Omega$</p> <p>$R = 125 \Omega$</p>	<p>Meranie $R = 0,47 \Omega$</p> <p>$R = 0,47 \Omega$</p>
Sanyo	<p>Záťaž $R = 8,2 \Omega$</p> <p>$R = 8,2 \Omega$</p>	<p>Meranie $R = 0,15 \Omega$</p> <p>$R = 0,15 \Omega$</p>
Trina	<p>Záťaž $R = 7,6 \Omega$</p> <p>$R = 7,6 \Omega$</p>	<p>Meranie $R = 0,22 \Omega$</p> <p>$R = 0,22 \Omega$</p>

Na základe uvedeného radenia rezistorov je potrebné realizovať prepočet hodnôt z meracieho modulu, ktorý je zasielaný v textových súboroch a má nasledovný obsah (časť výstupu) (obr. 5).

```

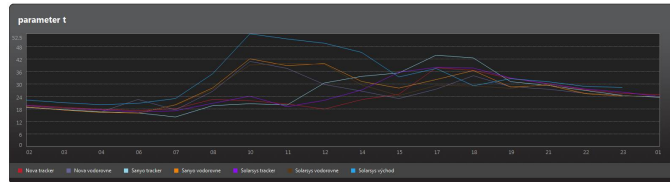
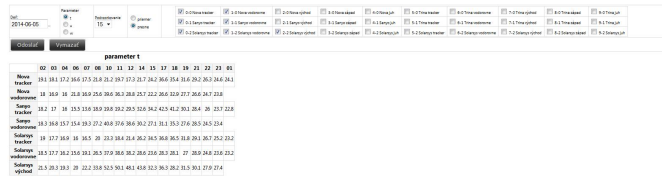
data collection: Thu Jan 10 12:00:28 2013
dev:01 +00.658      +0.0233+0.0583+0.0228+0001.7+0002.3+0000.6
dev:0B +00.633      +0.0061+0.0177+0.0165+0002.5+0002.4+0002.7
dev:15 +00.466      +0.0449+0.0425+0.0276+0005.7+0006.6+0006.2
dev:1F +00.525      +0.0360+0.0444+0.0340+0002.4+0002.7+0003.3
dev:29 +00.489      +0.0540+0.0463+0.0318+0001.5+0002.3+0002.4
dev:33 +00.626      +0.0177+0.0149+0.0494+0002.7+0002.5+0002.4
dev:3D              +0.0141+0.0337+0.0268+0002.4+0002.4+0002.5
dev:47              +0.0570+0.1128+0.0454+0003.1+0002.7+0002.3
dev:51              +0.0654+0.0605+0.0105+0004.7+0004.7+0004.6
dev:5B              +0.0590+0.0551+0.0449+0006.3+0006.0+0006.3
-----
data collection: Thu Jan 10 12:01:28 2013
dev:01 +00.693      +0.0159+0.0611+0.0241+0001.8+0002.3+0000.4
dev:0B +00.659      +0.0183+0.0189-0.0012+0002.3+0002.4+0002.5
dev:15 +00.503      +0.0471+0.0440+0.0282+0005.7+0006.6+0006.1
dev:1F +00.560      +0.0377+0.0465+0.0355+0002.5+0002.9+0003.3
dev:29 +00.525      +0.0579+0.0497+0.0338+0001.7+0002.3+0002.8
dev:33 +00.651      +0.0190+0.0158+0.0529+0002.8+0002.5+0002.0
dev:3D              +0.0150+0.0357+0.0282+0002.7+0002.4+0002.7
dev:47              +0.0592+0.1161+0.0464+0002.9+0002.6+0002.3
dev:51              +0.0683+0.0633-0.0100+0004.8+0005.1+0004.7
dev:5B              +0.0632+0.0591+0.0480+0006.2+0006.2+0006.4
    
```

Obr. 5. Formát dát v súbore na koncentratore dát a serveri

Ako je vidieť z daných údajov z obr. 5, dáta sú zasielané v minútových intervaloch. Po prepočte týchto hodnôt je možné

zobraziť charakteristiky príslušných fotovoltaických článkov (teplotu, napätie, výkon) (obr. 6).

systémov, s ITMS kódcom: 26220220080, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Obr. 6. Grafické rozhranie systému pre zobrazenie časových priebehov parametrov

V. ZÁVER

Tento príspevok mal za úlohu prezentovať časť výsledkov merania realizovaných v rámci projektu s ITMS kódcom 26220220080. Ako je vidieť z prezentovaných výsledkov, tieto merania majú stanoviť vhodnosť, resp. využiteľnosť toho-ktorého panelu a jeho ďalšie nasadenie v danej lokalite.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Výskum charakteristík fotovoltaických komponentov pre efektívne projektovanie solárnych



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

LITERATÚRA

- [1] G24 Power Limited: *Dye Sensitized Solar Cells*. [online]. [cit. 24.7.2014]. Dostupné na internete: < <http://gcell.com/dye-sensitized-solar-cells> >
- [2] Czech RE Agency: *Fotovoltaika pro každého*. [online]. [cit. 24.7.2014]. Dostupné na internete: < <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika> >
- [3] Isolar: *Stručný generačný vývoj*. [online]. [cit. 24.7.2014]. Dostupný na internete: < http://www.isolar.cz/?p=p_3&sName=technologie >
- [4] Fullerene. [online]. [cit. 24.7.2014]. Dostupný na internete: < <http://en.wikipedia.org/wiki/Fullerene> >
- [5] Temperature Sensors for Surface Measurement PTR-24, PTR-25. [online]. [cit. 2.9.2014]. Dostupný na internete: < <http://www.meratex.sk/public/media/0528/ptr-24-pdf-en.pdf> >

ADRESY AUTOROV

Ing. Dušan Medved', PhD., Dr.h.c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD., Ing. Jaroslav Petráš, PhD., Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Másiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, Dusan.Medved@tuke.sk, Michal.Kolcun@tuke.sk, Jaroslav.Petras@tuke.sk

Ing. Rastislav Stolárik, Ing. Štefan Vaško, VÁDIUM s.r.o., Plzenská 2, Prešov, Slovenská Republika, stolarik@vadium.sk, vasko@vadium.sk