

Jaroslav Petráš, Michal Kolcun, Dušan Medved', Rastislav Stolárik, Štefan Vaško

## Fotovoltaické systémy a ich konštrukcie ako parameter účinnosti

Článok analyzuje vplyv konštrukcie a umiestnenia fotovoltaických panelov v celkovom solárnom systéme na celkovú účinnosť daného systému, popisuje experiment a zhodnocuje merané parametre fotovoltaických panelov z hľadiska ich účinnosti ako ukazovateľ vhodnosti ich konštrukčného vyhotovenia.

Kľúčové slová: solárny systém; fotovoltaický panel

The paper analyzes the influence of photovoltaic panel construction and orientation on overall efficiency of solar system, describes the experiment and evaluates measured parameters of photovoltaic panels regarding their efficiency and evaluates the construction type efficiency. **(Photovoltaic systems and its construction as an efficiency parameter)**

Keywords: solar system; photovoltaic panel

### I. ÚVOD

V rámci projektu „Výskum charakteristík fotovoltaických komponentov pre efektívne projektovanie solárnych systémov“ bol realizovaný experiment používajúci rôzne typy fotovoltaických panelov z hľadiska ich konštrukcie, materiálu a spôsobu upevnenia. Panely, ktoré tvoria súčasť solárnych systémov sú vzorkami fotovoltaických panelov od rôznych výrobcov, ktoré sú umiestnené a orientované v rôznych smeroch.

Spolu pre účely experimentu bolo inštalovaných 30 fotovoltaických panelov, kde skupina 6 panelov je konštrukčne umiestnených na polohovacích hlaviciach, ďalšie skupiny po 6 panelov sú orientované naprevo v smeroch vodorovne, na juh, západ a východ.

Článok popisuje vplyv orientácie a konštrukcie ako takej na ich účinnosť v danom solárnom systéme.

### II. FOTOVOLTICKÉ PANELE A KOMPONENTY A ICH UMIESTNENIE

Pre experimentálne účely boli umiestnené fotovoltaické komponenty a panely (Obr. 1 a 2) od výrobcov Nova, Sanyo, Solarsys a Trina s nasledujúcimi modelovými označeniami fotovoltaických komponentov:

- panel PV Solarsys PM245-BB s monokryštalickou technológiou výroby a počtom buniek 60, výkonom 245W, inštalovaných je 10 kusov panelov,
- Thinfilm Nova T-series 80W, s technológiou výroby fotovoltaických buniek thinfilm, výkon jednotlivých panelov je 80W, počet kusov inštalovaných panelov je 5,
- Sanyo HIT214, s hybridnou technológiou výroby panelov, výkonom 214W, 5 kusov inštalovaných panelov,
- Trina TSM-PC05 235W, s výkonom 235W, bolo osadených 10 kusov panelov, polykryštalická technológia výroby panelov.



Obr. 1. Umiestnenie fotovoltaických panelov.



Obr. 2. Umiestnenie fotovoltaických panelov.

Každý z fotovoltaických panelov bol umiestnený konštrukčne tak, aby aspoň jeden modul bol orientovaný v smeroch juh, západ, východ, vodorovná orientácia (Obr. 3) a osadenie s polohovacím zariadením – trackerom (Obr. 4).



Obr. 3. Orientácia fotovoltaických panelov v smeroch juh, východ, západ a vodorovne.



Obr. 4. Inštalácia fotovoltaických panelov pomocou polohovacieho zariadenia - trackera.

Solar Tracking System – polohovacie zariadenie a systém je zariadenie určené na zmenu orientácie fotovoltaického panelu smerom k aktuálnej polohe slnka počas dňa. V praxi sa používajú jednoosové alebo dvojosové polohovacie zariadenia z dôvodu dosiahnutia čo najpresnejšej zmeny polohy panelu.

**III. SNÍMANÉ VELIČINY FOTOVOLTICKÝCH PANELOV**

Na jednotlivých fotovoltaických paneloch kontinuálne prebieha meranie teploty, napätia a na vybraných paneloch aj meranie výkonu (panely výrobcu Sanyo) pomocou pyranometra. Namerané parametre sú koncentrátorom sústreďované do jedného súboru uloženého na serveri.

Údaje sú kontinuálne zaznamenávané, archivované a sú k dispozícii na zobrazenie priebehu jednotlivých veličín počas celého vybraného dňa v grafickej podobe. Grafické rozhranie pre zobrazenie archivovaných údajov umožňuje vybrať pre zobrazenie zároveň viac priebehov parametrov z voľne voliteľných panelov pre porovnanie priebehov v závislosti od typu panelu – výrobcu, použitej technológie výroby ako aj konštrukčného umiestnenie a polohy.

**IV. SPRACOVANIE ÚDAJOV MERANÝCH VELIČÍN**

Vzhľadom na množstvo zaznamenaných údajov sú tieto pri zobrazení v grafickej podobe systémom podvzorkované alebo je použitá metóda spriemerovania.

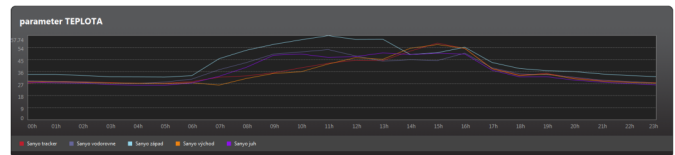
Na Obr. 5, 6, 7, 8, 9 a 10 sú zobrazené priebehy teploty, napätia a výkonu počas dňa 2. augusta 2014 (slnčný deň v lokalite umiestnenia fotovoltaických panelov teplotou vzduchu cez deň maximum 32 °C a minimálnou nočnou teplotou vzduchu 18 °C), priebeh grafu tvoria body priemerných hodnôt danej veličiny za jednu hodinu.

Obr. 3. Orientácia fotovoltaických panelov v smeroch juh, východ, západ a vodorovne.

**parameter TEPLOTA**

	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
Sanyo tracker	25.17	26.47	26.09	25.56	25.06	26.17	29.2	30.13	32.25	35.66	38.77	40.89	40.68	47.13	52.68	48.9	35.24	30.69	31.86	28.64	27	26.16	25.42	
Sanyo vodorovne	26.68	26.44	25.96	25.25	24.95	25.87	27.87	34.37	39.26	45.17	46.56	48.2	43.86	40.24	41.2	40.68	45.75	35.69	31.51	31.05	29.17	27.22	26.29	25.22
Sanyo západ	31.19	31.18	30.38	29.54	29.45	29.28	30.26	41.93	47.75	51.79	54.94	57.74	55.19	55.32	44.84	46.06	49.83	39.33	35.22	33.73	33.1	31.46	30.39	29.6
Sanyo východ	26.33	25.93	25.62	25.28	25.06	24.87	25.45	23.79	28.34	31.8	32.95	38.27	42.66	41.59	49.09	51.64	49.05	35	30.3	31.44	28.1	26.49	25.64	25.2
Sanyo juh	25.76	25.44	25.16	24.17	23.66	23.69	25.25	29.83	36.01	44.33	45.14	42.87	43.43	45.92	44.77	45.7	45.12	34.01	29.46	29.53	27.21	25.82	24.9	23.94

Obr. 5. Hodnoty teploty na paneloch Sanyo dňa 2. augusta 2014 v °C

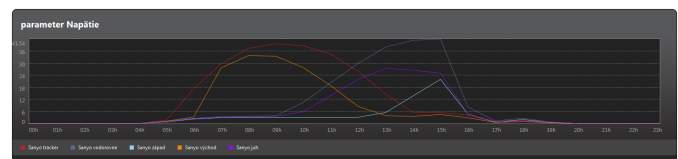


Obr. 6. Priebeh teploty na paneloch Sanyo dňa 2. augusta 2014 v °C

**parameter Napätie**

	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
Sanyo tracker	0	0	0	0	0.03	1.61	17.03	29.34	36.93	39.17	38.16	34.11	25.64	14.39	5.39	5.35	4.11	0.83	1.37	0.5	0.03	0	0	0
Sanyo vodorovne	0	0	0	0	0.02	1.07	2.57	3.29	3.5	3.81	10.36	20.04	29.56	37.57	40.87	41.54	8.07	1.24	2.63	0.63	0.04	0	0	0
Sanyo západ	0	0	0	0	0.02	0.79	2.19	2.9	2.97	2.93	2.86	2.87	3.05	5.41	13.55	21.7	4.62	0.65	1.93	0.49	0.03	0	0	0
Sanyo východ	0	0	0	0	0.02	1.13	3.18	27.33	33.39	33.04	27.41	18.56	8.4	3.84	3.49	4.4	2.82	0.51	0.99	0.37	0.02	0	0	0
Sanyo juh	0	0	0	0	0.02	0.88	2.44	3.13	3.29	3.41	5.85	13.71	21.68	27.06	26.2	24.73	4.57	0.84	1.14	0.71	0.04	0	0	0

Obr. 7. Hodnoty napätia na paneloch Sanyo dňa 2. augusta 2014 vo Voltoch

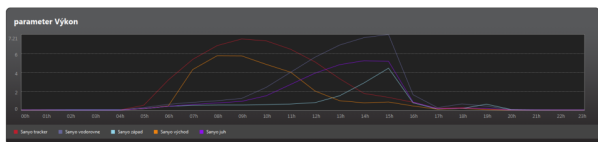


Obr. 8. Priebeh napätia na paneloch Sanyo dňa 2. augusta 2014 vo Voltoch

**parameter Výkon**

	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
Sanyo tracker	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.48	2.88	4.85	6.16	6.79	6.61	5.81	4.6	3.01	1.6	1.23	0.76	0.18	0.26	0.11	0.03	0.02	0.02	0.02
Sanyo vodorovne	0.03	0.03	0.03	0.03	0.26	0.57	0.76	0.91	1.13	2.18	3.62	5.06	6.21	6.92	7.21	1.48	0.25	0.61	0.4	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
Sanyo západ	0.04	0.05	0.05	0.05	0.15	0.38	0.47	0.5	0.5	0.54	0.6	0.73	1.38	2.61	4.01	0.71	0.12	0.17	0.58	0.08	0.05	0.04	0.04	0.04
Sanyo východ	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16	0.41	3.88	5.2	5.18	4.37	3.63	1.83	0.91	0.71	0.79	0.41	0.1	0.17	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Sanyo juh	0.03	0.03	0.02	0.02	0.17	0.38	0.56	0.7	0.85	1.38	2.46	3.54	4.34	4.72	4.66	0.79	0.15	0.19	0.18	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03

Obr. 9. Hodnoty výkonu na paneloch Sanyo dňa 2. augusta



Obr. 10. Priebeh výkonu na paneloch Sanyo dňa 2. augusta 2014

## V. ZÁVER

V spoločnom laboratóriu fotovoltiky boli v rámci projektu „Výskum charakteristík fotovoltických komponentov pre efektívne projektovanie solárnych systémov“ osadené fotovoltické panely od rôznych výrobcov a rôzne modely s odlišnými technickými parametrami a najmä rôznou technológiou výroby fotovoltických panelov.

Zostava 30 fotovoltických panelov je použitá v experimentoch a meraniach orientovaných na výskum a zhodnotenie účinnosti fotovoltických panelov v závislosti od použitej technológie výroby panelu ako aj v závislosti od konštrukcie osadenia jednotlivých panelov – statických, orientovaných rôznymi smermi alebo polohovateľných pomocou polohovacieho zariadenia.

Najvyššiu účinnosť v závislosti od orientácie a polohovacej možnosti panelu poskytuje panel, ktorý sleduje polohu slnka počas dňa pomocou polohovacieho zariadenia – trackera. Ostatné fotovoltické panely, ktoré boli staticky umiestnené v určitom smere vykazujú nižšiu účinnosť pri rovnakom výrobcovi panelu, pri rovnakej technológii výroby panelu.

Pri paneli orientovanom vo vodorovnom smere bola táto účinnosť nižšia priemerne o 16%, pri paneli orientovanom na západ bola nižšia

o 60%, pri orientácii panelu na východ bola účinnosť nižšia o 40% a pri orientácii panelu južným smerom bola nižšia o asi o 50% oproti panelu s polohovacím zariadením.

## POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Výskum charakteristík fotovoltických komponentov pre efektívne projektovanie solárnych systémov, s ITMS kódou: 26220220080, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## LITERATÚRA

- [1] Dušan Medved': Možnosti zvýšenia účinnosti fotovoltických panelov. In: Elektroenergetika. Roč. 4, č. 1 (2011), - ISSN 1337-6756.

## ADRESY AUTOROV

Jaroslav Petráš, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, [Jaroslav.Petras@tuke.sk](mailto:Jaroslav.Petras@tuke.sk)

Michal Kolcun, Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, [Michal.Kolcun@tuke.sk](mailto:Michal.Kolcun@tuke.sk)

Dušan Medved', Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská Republika, [Dusan.Medved@tuke.sk](mailto:Dusan.Medved@tuke.sk)

Rastislav Stolárik, VADIUM s.r.o., Plzenská 2, 080 01 Prešov, Slovenská republika, [stolarik@vadium.sk](mailto:stolarik@vadium.sk)

Štefan Vaško, VADIUM s.r.o., Plzenská 2, 080 01 Prešov, Slovenská republika, [vasko@vadium.sk](mailto:vasko@vadium.sk)