

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

Analýza rozloženia teplotného poľa hybridnej fotovoltaickej elektrárne

Tento príspevok sa zaoberá analýzou rozloženia teplotného poľa hybridnej fotovoltaickej elektrárne. V príspevku je uvedený popis zostavy experimentálneho fotovoltaického modulu a hybridnej fotovoltaickej elektrárne. Simulácie rozloženia teplotného poľa experimentálneho hybridného kolektora boli realizované v multifyzikálnom prostredí ANSYS.

Kľúčové slová: hybridná fotovoltaická elektráreň, Organický Rankinov cyklus, fotovoltaický článok, ANSYS

This paper deals with the analysis of thermal field distribution of a hybrid photovoltaic power plant. The paper describes the set-up of the experimental photovoltaic module and the hybrid photovoltaic power plant. The simulation results on the experimental hybrid collector were realized in the multi-physical ANSYS environment.

Keywords: hybrid photovoltaic power plant, Organic Rankine cycle, photovoltaic cell, ANSYS

I. ÚVOD

Slnecná energia je jedným z najväčších zdrojov energie pre ľudstvo na Zemi a dá sa využívať skoro na každom mieste našej planéty. V súčasnosti poznáme rôzne projekty a riešenia, ako využívať túto energiu čo najefektívnejšie. Najčastejšie sa slnečná energia využíva vo fotovoltaických elektrárnach na výrobu elektrickej energie, pričom vyrábať efektívne elektrickú energiu je možné aktuálne len cez slnečné dni. Fotovoltaické zdroje energie majú obmedzený počet dní výroby elektrickej energie, ktorá je závislá od počasia, preto je potrebné využiť tento čas čo najefektívnejšie.

Z uvedeného dôvodu a pre časové obmedzenie, je potrebné hľadať a využívať aj iné riešenia využívania slnecnej energie. V tomto príspevku sme sa zamerali na hybridné systémy fotovoltaických panelov a zlepšenie ich účinnosti pomocou chladenia a premeny zvyškového odobraného tepla z chladiaceho systému na elektrickú energiu v organickom Rankinovom cykle. Bol vytvorený hybridný fotovoltaický panel vzduchom chladený za účelom overia teórie závislosti poklesu účinnosti od zvyšujúcej sa teploty panela a závislosti zvyšujúcej sa účinnosti od chladenia. Vybrané časti hybridnej fotovoltaickej elektrárne boli navrhnuté v programe ANSYS, kde boli overené a zistené teoretické hodnoty prestupov tepla.

Tento príspevok chce preto poukázať na potrebu neustáleho zvyšovania účinnosti fotovoltaických panelov a využitia čo najväčšej časti slnecnej energie dopadajúcej na fotovoltaický panel.

II. POPIS JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTOV HYBRIDNÉHO FOTOVOLTICKÉHO SYSTÉMU

Experimentálny hybridný, vzduchom chladený kolektor

Na stavbu *Experimentálneho hybridného vzduchom chladeného kolektora* boli použité, Obr. 1, Obr. 2:

- Fotovoltaický kolektor SY-55P s parametrami: menovitý výkon $P_m = 55$ W, menovité napätie $U_{mp} = 18$ V, menovitý prúd $I_{mp} = 3,06$ A s rozmermi 66 cm × 66 cm.
- Polystyrénové platne, ktoré boli narezávané na šírku 2 cm a výšku 3,5 cm a o dĺžke 4-krát 55 cm a 1-krát 50 cm.
- Plexisklo s rozmermi 66 cm × 66 cm na uzavretie zadnej strany experimentálneho hybridného vzduchom chladeného

kolektora. Bolo použité priesvitné plexisklo, aby bolo možné merať teplotu vzduchu na zadnej strane kolektora.

- Na utesnenie experimentálneho hybridného, vzduchom chladeného kolektora, bola použitá tesniaca pena. Bola upevnená taktiež priesvitnou lepiacou páskou na lepšie upevnenie plexiskla ku kolektoru.
- Chladenie experimentálneho hybridného kolektora bolo zabezpečené pomocou kompresora Condor MDR 2/11 s parametrami: napätie 250 V, prúd $I_{n1} = 16$ A, tlak 11 bar a výrobné číslo EN 60947.



Obr. 1. Fotovoltaický kolektor SY-55P použitý pri meraní



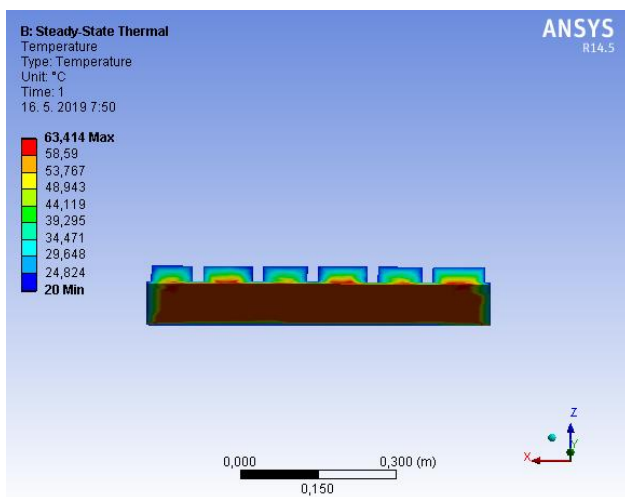
Obr. 2. Zadná strana fotovoltaického kolektor SY-55P

III. ANALÝZA ROZLOŽENIA TEPLOTNÉHO POĽA HYBRIDNEJ FOTOVOLTIČKEJ ELEKTRÁRNE

Výsledky simulácie experimentálneho kolektora chladeného vzduchom

V tomto prípade bol analyzovaný kolektor o rozmeroch 66×66 cm zostavený na experimentálne meranie [1]. Materiál chladenia je vzduch pri zadaných hraničných podmienkach, Obr. 3:

- teplota okolia 22°C
- teplota prednej strany kolektora 58,8°C (najvyššia nameraná teplota pri meraniach)
- teplota vzduchu používaného na chladenie 22°C

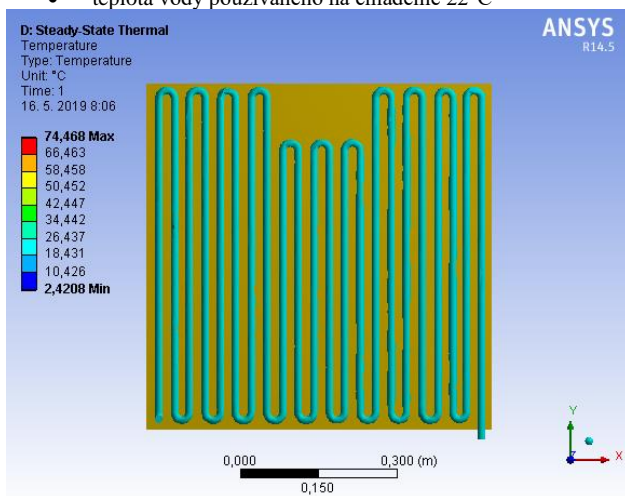


Obr. 3. Rozloženie teplotného poľa v reze zostaveného experimentálneho kolektora

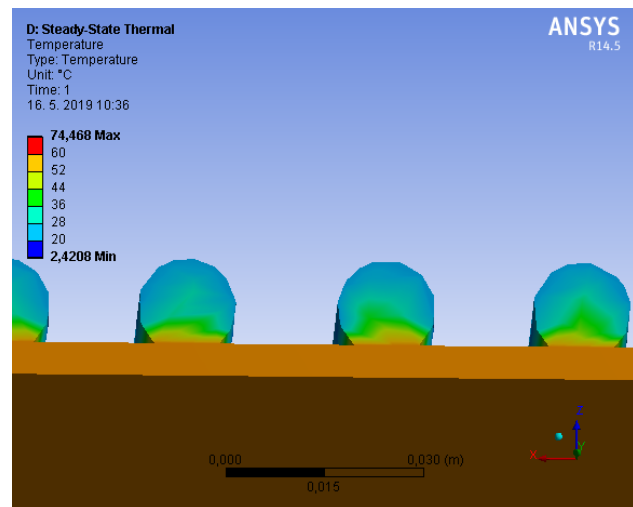
Výsledky simulácie experimentálneho kolektora chladeného vodou

V tomto prípade bol analyzovaný kolektor o rozmeroch 66×66 cm zostavený na experimentálne meranie [1], pričom chladenie je zostavené z meandrov s priemerom 1,5 cm. Materiál chladenia je voda pri zadaných hraničných podmienkach, Obr. 4, Obr. 5:

- teplota okolia 22°C
- teplota prednej strany kolektora 58,8°C (najväčšia nameraná teplota pri meraniach)
- teplota vody používaného na chladenie 22°C



Obr. 4. Rozloženie teplotného poľa kolektora chladeného vodou

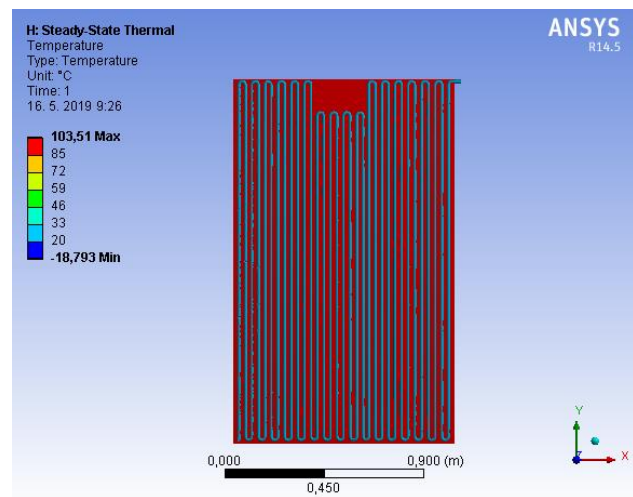


Obr. 5. Rozloženie teplotného poľa experimentálneho kolektora chladeného vodou

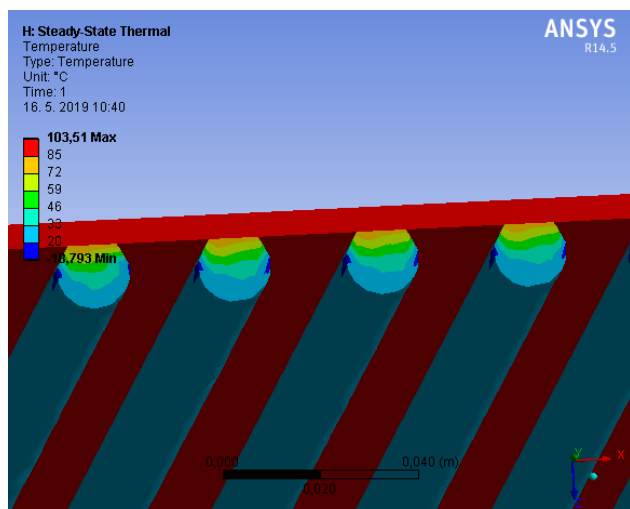
Výsledky simulácie kolektora použitého v hybridnom systéme

V tomto prípade bol analyzovaný fotovoltaický kolektor zostavený na experimentálne meranie [1], pričom chladenie je zostavené z meandrov s priemerom 1,5 cm. Materiál chladenia je voda pri zadaných hraničných podmienkach, Obr. 6, Obr. 7:

- teplota okolia 22°C
- teplota prednej strany kolektora je maximálna dovolená teplota, a to 85°C
- teplota vody používanej na chladenie 22°C



Obr. 6. Rozloženie teplotného poľa fotovoltaického kolektora chladeného vodou, použitého v hybridnom systéme

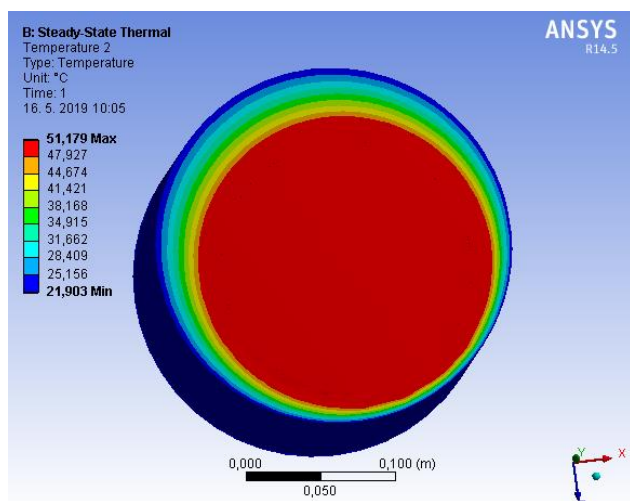


Obr. 7. Rozloženie teplotného poľa fotovoltického kolektora chladeného vodou, použitého v hybridnom systéme (pohľad v reze)

Výsledky simulácie kolektora použitého v hybridnom systéme

V tomto prípade bol analyzovaný zásobník na vodu s priemerom 24 cm, výškou 36 cm a veľkosťou špirály 29 cm [1]. Materiál nádrže (chladenia) je voda pri zadaných hraničných podmienkach, Obr. 8:

- teplota okolia 22 °C
- teplota špirály 50 °C



Obr. 8. Rozloženie teplotného poľa zásobníka na vodu

IV. ZÁVER

Uvedený príspevok prezentuje výsledky simulácií návrhu hybridnej fotovoltickej elektrárne, pričom bol zároveň skúmaný

a overovaný pokles účinnosti fotovoltických panelov pri narastajúcej teplote a nárast ich účinnosti pri chladení.

Meranie závislosti poklesu účinnosti od teploty fotovoltického kolektora stanovilo potrebu chladenia fotovoltického panela. Z hodnôt, ktoré boli získané, je zrejmé, že pri vyššej teplote kolektora nastáva pokles účinnosti, resp. výstupného napätia na svorkách kolektora.

Z merania závislosti poklesu účinnosti od teploty fotovoltického kolektora bola zvolená teplota prednej strany 58,18°C, ktorá bola následne vstupnou hodnotou do simulácie experimentálneho kolektora chladeného vzduchom a teda bola stanovená ako hraničná podmienka pre geometriu experimentálneho hybridného vzduchom chladeného kolektora. Namerané aj simulované hodnoty boli takmer totožné s malými odchýlkami, pričom výstupná teplota chladiaceho média by bola približne 30°C. Je potrebné poznamenať, že takto ohriate médium nemá dostatočné tepelné parametre pre nábeh ORC jednotky.

POĎAKOVANIE

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



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

LITERATÚRA

- [1] M. Ádám, „Návrh hybridnej fotovoltickej elektrárne“, (The design of hybrid photovoltaic power plant). Bakalárska práca. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2013.
- [2] Domitex.sk, „Zásobník vody 200l Veelman VSBD 200L2 smaltovaný“, [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné na: <<https://www.domitex.sk/solarna-zostava-veelman-vsbd-200l2xvbp2m-bluetec-laser/>>.
- [3] T. Blejchař, „Turbulence – Modelování proudění – CFX“, [online]. [cit. 2019-04-8]. Technická Univerzita Ostrava, Česká Republika, Ostrava. Dostupné: <<http://www.person.vsb.cz/archivcd/FS/Tur/Turbulence.pdf>>
- [4] D. Medveď, M. Beluščák, J. Zbojovský, „Solution of thermal field around transformer“, In: Elektroenergetika 2015. Košice: TU, 2015 S. 140-143. ISBN 978-80-553-2187-5.
- [5] D. Medveď, M. Kolcun, J. Petráš, R. Stolárik, Š. Vaško, „Farbivom senzitivované slnečné články (DSSC)“, In: Elektroenergetika. Roč. 7, č. 3 (2014), ISSN 1337-6756.

ADRESY AUTOROV

doc. Ing. Dušan Medveď, PhD., Dr.h.c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD., doc. Ing. Jaroslav Petráš, PhD., Technická Univerzita Košice, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 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