

XXXVII. OTDK MŰSZAKI TUDOMÁNYOK SZEKCIÓ

VARGA ZOLTÁN

A XXXVII. OTDK TDK dolgozatomban és a doktori képzésem során végzett kutatásaim egymástól teljesen elhatárolódnak, mind tartalmi fókuszban, mind pedig alkalmazott módszertanukban, ahogyan azt az alábbiakban bemutatom.

A. CÉLUL KITŰZÖTT KÉRDÉSFELTEVÉSEK

TDK dolgozat

- A festékérzékenyített napelemek (rövidítve DSSC) alkalmazhatóságának modellezése valós városi környezetben, különösen irodaépületek oldalfalain.
- Tudományos kérdésfeltevések:
 - (i) Mennyi a kinyerhető villamos energia abban az esetben, ha az irodaépületek oldalfalait DSSC napelem modullal vonjuk be figyelembe véve a környezeti körülményeket (pl.: árnyékolás)?
 - (ii) Mely oldalfalak bevonása optimális az egyes irodaépületek esetén?
- Kutatási módszertan: Szimulációk és geometriai modellezés a DSSC rendszerek energetikai viselkedésének vizsgálata.

Doktori képzés

- Fő célomul tűztem ki a vékonyfilm napelemek villamosenergia-termelési hatásfokát meghatározó, és azt befolyásoló összetevőinek megismerését, alapos feltérképezését és ezek vizsgálatát a napelem hőmérséklete szempontjából, továbbá amennyiben lehetséges lesz és módomban áll, úgy az említett hatásfok növelését is szeretném elérni.
 - Fő célomul tűztem ki olyan mérési technika kidolgozását, amellyel a festékérzékenyített napelem cellára rögzített termoelektromos generátor segítségével, a Seebeck-effektus hatását a DSSC által termelhető villamos teljesítmény optimalizálására meg tudom vizsgálni a kísérleteim során. Továbbá, célom még: kísérleti vizsgálatok lefolytatása, a kísérletekből kapott eredmények elemzése statisztikai vizsgálatok alkalmazásával. Mindezek mellett, az általam megalkotott szilárdtest rendszer hővezetésének matematikai leírása [1].
 - Célomul tűztem ki a napelem optikai működésének numerikus modellezés technikák segítségével való vizsgálatát [2].
 - A napelem cella elméleti egyenleteire alapozva csatolt optikai-elektromos-hő együttes vizsgálatok végzési szimulációs megközelítés segítségével.
- Kutatási módszertan: Kísérleti, szimulációs és elméleti módszerek, például MATLAB-alapú szimulációk.

2. A CÉLUL KITŰZÖTT KÉRDÉSFELTEVÉSEKRE KAPOTT EREDMÉNYEK

TDK dolgozat

- A 20 darab vizsgált irodaépület közül csak 7 irodaépületnek létezik pozitív minimumértéke, vagyis kielégíti a munkában bemutatott minimalizációs egyenletet. A téli periódus során mutathatók ki a legalacsonyabb értékek a napelem által fedezett villamos energia arányára. Ezen belül a december hónapban figyelhető meg a minimális átlag, ami 22,4%-os értéket jelent és relatív szórása 2,8%. Mindezek mellett átlagosan június hónapban figyelhető meg a maximális átlagos arány, amely 68,3%, relatív szórás értéke 1,3%. Értékes figyelembe venni, hogy augusztushoz (61,8%) képest átlagosan májusban (62,5%) magasabb, de figyelembe véve a relatív szórásukat (0,6 és 0,5%) elmondható, hogy hibahatáron belül azonos a festékérzékenyített napelem által fedezett villamos energia arány ezekben a hónapokban.
- A napelem hátoldalára integrált hővezető bordák termikus hatását vizsgálva megállapítottam, hogy a disszipációs gömbök segítségével a napelem hőelvezetése javítható.

Doktori képzés

- Mérési technikát dolgoztam ki, amellyel a festékérzékenyített napelem cellára rögzített termoelektromos generátor segítségével, a Seebeck-effektus hatásár a festékérzékenyített napelem által termelhető villamos teljesítmény optimalizálására meg tudtam vizsgálni laboratóriumi kísérleteim során. A laboratóriumi kísérletek sikeres elvégzéséhez a laboratóriumi fejlesztéseket elvégeztem. A laboratóriumi kísérleteimre alapozva kültéri, valós nyári körülmények közötti kísérleteket terveztem meg és hajtottam végre. A kísérletekből származó adatokat begyűjtöttem, feldolgoztam és gépi tanulási algoritmusok segítségével elemeztem, ahol a bemenő paraméterek a festékérzékenyített napelem cella hőmérséklete, a beeső fény intenzitása, és a termoelektromos generátor két oldala között mért hőmérséklet-különbség. A vizsgálatom során a kimenő paraméter a teljesítménysűrűség volt. Az alkalmazott tanulási algoritmusokat öt mutató alapján hasonlítottam össze. Eredményül azt kaptam, hogy a döntési fa regresszió esetén a legpontosabb a jóslás a teljesítménysűrűsége. Majd a döntési fa regresszióból levont következtetések legrosszabb lehetőségére extrapolációs végeztem [1], [3], [4], [5].
- Megterveztem és elkészítettem a DSSC optikai működésének elméleti alapokon nyugvó alkalmazott informatikai szimulációját MatLab környezetben, amelyhez numerikus modellezési technikát használtam fel. A szimuláció első lépése a fotogenerációs ráta meghatározása volt. A szimulációs algoritmus törzsét a napelem működését leíró fizikai egyenletek alkotják. A fotonbeütésszám-hullámhossz spektrum, a transzmisszió-hullámhossz spektrum, és az intenzitás-hullámhossz spektrum MatLab applikációba való importálását követően a bevitt értékekből az applikáció meghatározza egy ismeretlen festékérzékenyített napelem cella abszorpció-hullámhossz spektrumát és a fotogenerációs rátáját az anyag mélységének függvényében. Az applikációba további konstans paramétereket lehet bevinni, majd a fotogenerációs ráta és további konstans paraméterek úgy, mint a rétegvastagság, redukció, reflexió, hőmérséklet,

elektronsűrűség sötétben, energia-különbség a félvezető vezetési sávja és a Fermi-szint között, és elektron élettartam felhasználásával szimulációt végez a napelem üresjárási feszültségének meghatározására [2], [6].

A fent bemutatott eredmények egyértelműen igazolják, hogy a TDK dolgozatban és a doktori képzés során végzett kutatások két egymástól elkülönülő, diszjunkt halmazt alkotnak. Míg a TDK munkámban a DSSC napelemek városi környezetben való alkalmazhatóságának modellezésére összpontosít, a doktori munkám a vékonyfilm napelemek termikus viselkedésének, hatásfokának és a festékképzékenyített napelem cellára szerelt termoelektromos generátor vizsgálatára helyezi a hangsúlyt, ezáltal mind tartalmukban, mind módszertanukban elhatárolódnak egymástól.

Hivatkozások

- [1] Z. Varga and E. Racz, 'Machine Learning Analysis on the Performance of Dye-Sensitized Solar Cell—Thermoelectric Generator Hybrid System', *Energies*, vol. 15, no. 19, p. 7222, Oct. 2022, doi: 10.3390/en15197222.
- [2] Z. Varga and E. Racz, 'Application Development with Finite Element Method to Calculate Photogeneration Rate and Open-Circuit Voltage of Dye Sensitized Solar Cell', *Syst. THEORY CONTROL Comput. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 17–24, Dec. 2022, doi: 10.52846/stccj.2022.2.2.39.
- [3] Z. Varga and E. Racz, 'Simulation of the Performance of the Dye- Sensitized Solar Cell – Thermoelectric Generator', in *2023 IEEE 21st World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*, Herl'any, Slovakia: IEEE, Jan. 2023, pp. 000279–000286. doi: 10.1109/SAMI58000.2023.10044490.
- [4] Z. Varga and E. Racz, 'Statistical Analysis of the Performance of the Dye-Sensitized Solar Cell – Thermoelectric Generator', in *2023 IEEE 21st World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*, Herl'any, Slovakia: IEEE, Jan. 2023, pp. 000267–000272. doi: 10.1109/SAMI58000.2023.10044524.
- [5] Z. Varga and E. Racz, 'Experimental Investigation of the Performance of a Thermoelectric Generator', in *2022 IEEE 20th Jubilee World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*, Poprad, Slovakia: IEEE, Mar. 2022, pp. 000159–000164. doi: 10.1109/SAMI54271.2022.9780741.
- [6] Z. Varga and E. Racz, 'A Numerical Model and a Code Development for Photogeneration Rate Calculation for a Dye Sensitized Solar Cell', in *2022 IEEE 16th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*, Timisoara, Romania: IEEE, May 2022, pp. 000341–000346. doi: 10.1109/SACI55618.2022.9919499.

Budapest, 2025. 01. 15.

Varga Zoltán