

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

- Céлом, hogy a rendelkezésre álló kísérleti adatokat statisztikai módszerekkel dolgozzam fel, és a festékérzékenyített napelem teljesítményét a hőmérséklet-függvényében értékeljem. Emellett szisztematikus irodalomkutatást kívánok végezni a releváns eredmények összegyűjtése és rendszerezése érdekében. A folyamat eredményeként létrehozott adatbázisra támaszkodva predikciót végzek a festékérzékenyített napelem cella hatásfokának meghatározására.
- Tudományos kérdésfeltevések:
 - (i) A kísérleti adathalmazon végzett statisztikai vizsgálatokból milyen következtetések vonhatók le a festékérzékenyített napelem cella villamos teljesítményére nézve?
 - (ii) Milyen pontosságú modellt lehet interpretálni a festékérzékenyített napelem cellára gyártástechnológiáját figyelembe véve?
- Kutatási módszertan: Statisztikai és predikciós módszerek alkalmazása.

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

- Kísérleteket terveztem meg és hajtottam végre a napelem karakterisztika felvételére. Normalitást, szóráshomogenitást teszteltem, majd Kruskal-Wallis próbát, majd a csoportok közötti különbségek pontosabb megismeréséhez utótesztnek Bonferroni PostHoc tesztet alkalmaztam. Az eredmények alapján a magasabb hőmérsékleti csoportokban, 33 °C-tól az adatok eltérő tendenciát mutatnak.
- A szisztematikus irodalomkutatásból adatbázist fejlesztettem, majd az adathalmazt alapos előfeldolgozásnak vettem alá. Az áttanulmányozott irodalomkutatás alapján bemeneti és kimeneti paramétereket határoztam meg a klasszifikációs modellemhez. A hatásfok esetén a véletlen erdő (13 fából álló modell, mely pontossága 85%), az üresjárási feszültség a tartóvektor-gép (SVM) (71 db tartóvektorból álló, polinom súlyozással, mely pontossága 71%), rövidzárási áramsűrűség esetén az SVM (74 db tartóvektor, lineáris súlyozás, mely pontossága 80%) és kitöltési tényező esetén k-legközelebbi szomszédok ($k=10$, 80% pontosság) mellett.

Doktori képzés

- Mérési technikát dolgoztam ki, amellyel a festékérzékenyített napelem cellára rögzített termoelektromos generátor segítségével, a Seebeck-effektus hatására 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 gyártástechnológiájára összpontosít, a doktori munkám a vékonyfilm napelemek termikus viselkedésének, hatásfokának és a festékszennyezett 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