

## Kísérleti célú napelemcella vizsgáló berendezés

Székely János Ádám

kutató, szekelya@sze.hu

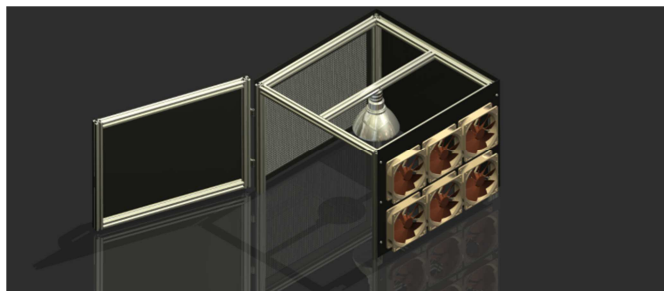
Széchenyi István Egyetem, Járműipari Kutató Központ, 9026. Győr, Egyetem tér 1.

A kutatás célja a különböző technológiával és alapanyagokból gyártott duális funkciójú, járművekben is használható kísérleti napelem panelek termikus, fotovoltaiikus, valamint komplex energetikai vizsgálatára alkalmas kísérleti berendezések fejlesztése. A fejlesztendő mérőegységek közül, egy olyan vizsgáló berendezést mutatunk be, amely napelem cellákat és a rájuk helyezett szűrőanyagokat képes vizsgálni.

### 1. BEVEZETÉS

A kísérleti célú napelem vizsgáló berendezés felépítése moduláris. A berendezés három fő részből: a fényforrást tartalmazó modulból, a köztes távtartó modulokból és a napelemet tartalmazó bázismodulból áll. A modulok kötőelem nélkül rögzíthetők egymásra, alakzáró kapcsolattal. A kapcsolatot úgy alakítottuk ki, hogy mindegyik modul tetején egy perem helyezkedik el, amelybe a felette lévő modul beleül. Ezzel a megoldással a fényforrást tartalmazó modul és napelem közötti távolság állítható a fényforrás fajtájának megfelelően. A fő részek további alegységeket tartalmaznak, mint a fényforrást, annak hűtőrendszerét, különböző szenzorokat, napelem hűtő-fűtő egységet, napelem billentő mechanizmust, elektronikai vezérlőket és mérés adatgyűjtő kártyákat. A publikáció ezen főegységeket és alegységeket mutatja be.

### 2. FÉNYFORRÁST TARTALMAZÓ MODUL



1. ábra: A „light box” 3D látvány modellje

A fényforrások számára kialakított modulban egy hűtőrész kapott helyet. Az első kísérleteinkben egy optikával ellátott fényvetőt alkalmaztunk, amelyben metal-halide izzó van. Az ilyen izzók üzemi hőmérséklete megközelítően 600C°-os, ezért hogy a mérést ne befolyásolja, a fényforrás hőjét el kell áramoltatni a rendszerből. Ezt a hűtőventilátorokkal szembeni rácsos ablakon keresztül tesszük. A modul úgy lett megtervezve, hogy bármilyen izzót, fényvetőt be lehessen szerelni. Ehhez nagy előnyt nyújtanak a rendszert felépítő univerzális profilok.

A fényforráson kívül egy hőmérséklet szenzor is helyet kapott a modulban, amely a biztonságos üzem miatt szükséges. A fényforrás cseréjét egyszerűsíti egy ajtó, amely könnyű hozzáférhetőséget biztosít.



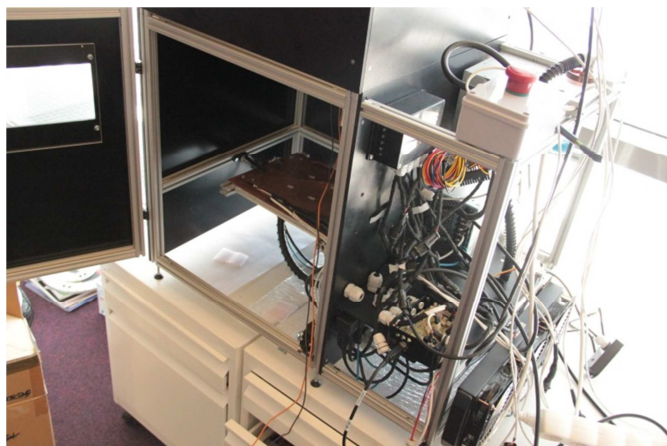
2. ábra: Light box

### 3. KÖZTES MODUL

A fényforrást tartalmazó modul alatt helyezkedik el a két köztes modul. A köztes modulok feladata, hogy a fényforrást tartalmazó modul és vizsgálati napelem cella közötti távtartás. Méretben megegyezik a „light box”-al, de itt a burkolat 6 mm-es ABS műanyagból készült. További hasonlóság a hőmérséklet szenzor megléte. A hőmérséklet szenzor a belső levegő hőmérsékletét méri. A mért eredményeknél befolyásoló tényező lehetséges lehet a levegő hőmérséklete.

### 4. NAPELEMET TARTALMAZÓ BÁZIS MODUL

A legelső szinten az úgynevezett bázis modul található. A bázis modul tartalmazza a különböző alegységeket, mint az elektronikákat, a tartó vázszerkezetet, a hűtő-fűtő egységeket, a billentő mechanizmust, a cellamérő és a vezérlő áramköröket.

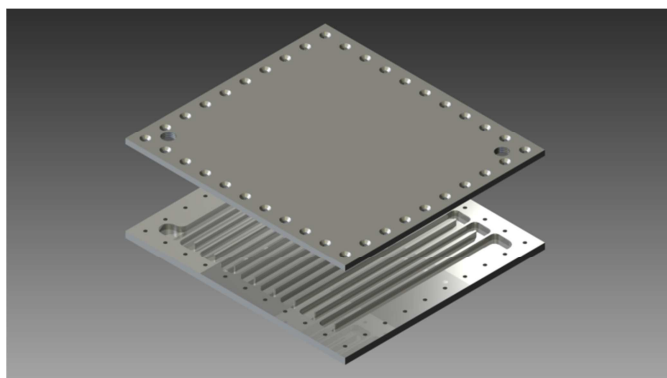


3. ábra: bázismodul fejlesztése

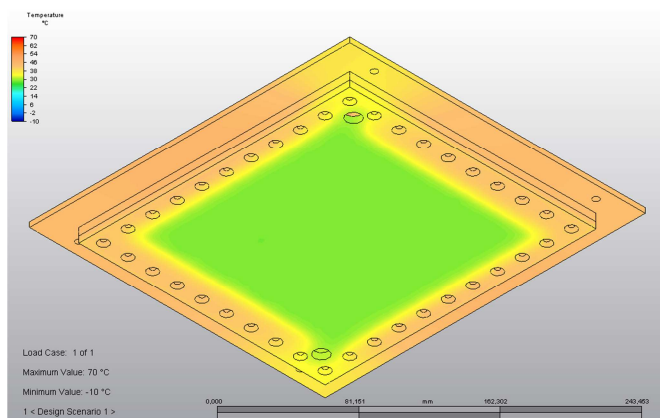
A napelem cellák teljesítményét jelentősen befolyásolja a hőmérsékletük. Ebből adódóan a széleskörű vizsgálhatóság miatt, egy olyan egységre van szükség, amellyel változtatni tudjuk a cellák hőmérsékletét. Tervezéskor több hűtési lehetőséget is megvizsgáltunk, és közülük a peltier elemeket találtuk legmegfelelőbbnek. A peltier elemek az egyik oldalukról elvonják a hőt a másik felé, így az egyik oldala lehül, a másik felmelegszik. Az alapelképzelés egy alumínium folyadék hűtőtömbre szerelt 9 darab peltier elem volt. A peltier elemek szabad felületére egy rézlemez kerül amelyre a napelem cella alsó fele van hő átadó pasztával rögzítve. Az egyenlőtlen hőeloszlás kiküszöbölésére alkalmazott rézlemez vastagsága 3 mm.

A 9 darab peltier elemet 3 x 3 mátrixba rendeztük. A középső elemet ellentétesen szereltük fel, úgy hogy a meleg oldala nézzen a napelem cella felé. A melegítési funkcióhoz elegendő egyetlen egy cella is.

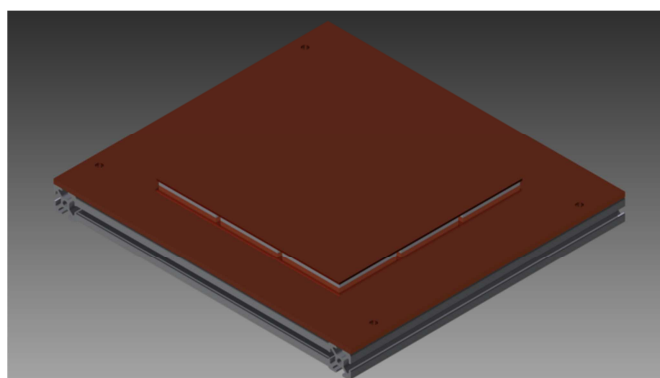
A folyadék hűtőtömböt szimulációk kíséretében terveztünk és gyártottunk le. A következő ábrákon látható a csatorna alapmodell (4. ábra), a szimulációs modell (5. ábra), a háromdimenziós összeállítási modell (6. ábra) és az összeszerelt hűtő-fűtő modul (7. ábra) amely 1200W teljesítménnyel rendelkezik. A készre szerelt modulon látható, hogy négy darab hőmérséklet szenzor is integrálva lett a napelem cella alatti felületre.



4. ábra: Csatorna alapmodell



5. ábra: Szimulációs modell



6. ábra: Háromdimenziós összeállítási modell

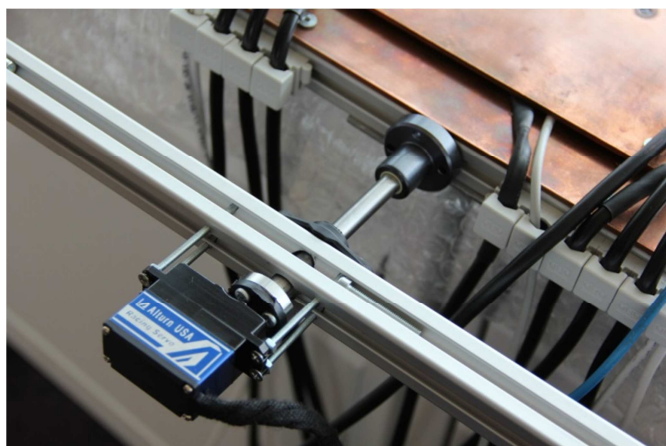


7. ábra: Összeszerelt hűtő-fűtő modul

A napelemek teljesítményét további befolyásoló tényező a direkt fénysugárzás beesési szöge. A tervezett mérőrendszerben biztosítani kell egy billentő mechanizmust (8. ábra), amivel a mesterséges fényforrásból érkező fény és a napelem közötti szöget változtathatjuk. A billentés feladatát szervomotor látja el. A szervó motor forgótengelye, egy illesztett tengelyen keresztül csatlakozik a hűtő fűtő egységhez. A motor állórésze a vázhoz van rögzítve távtartó csavarokkal. Az illesztett tengely a profilon kialakított furaton keresztül egy csapágyon és egy megvezető gyűrűvel



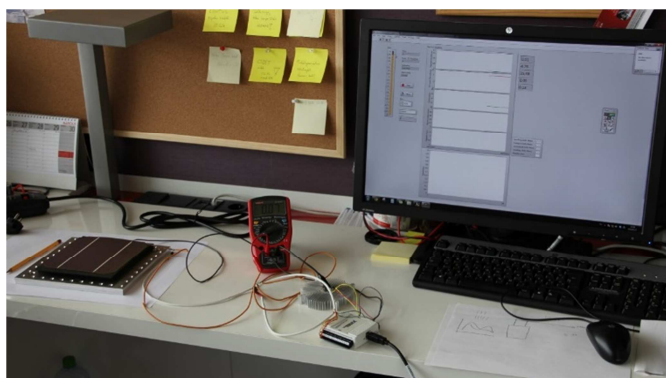
csatlakozik a hűtő fűtő egységhez axiálisan és radiálisan is fixen.



8. ábra: Billentő mechanizmus

#### 4. Teljesítmény LED-es mérés

A mérések során minden fényforrást spektrométeres vizsgálat előzi meg. A projekt kezdetén a metal-halide izzók mellett különböző spektrumú és nagy teljesítményű LED-eket is felhasználunk. Az első LED-es mérés során, amit előkutatásként végeztünk, jól mérhető teljesítményt sikerült kinyerni a cellából. A mérés célja az ismert spektrumot emittáló teljesítménydióddal, különböző anyagokon keresztül megvilágított napelem cella maximális teljesítményének mérése.



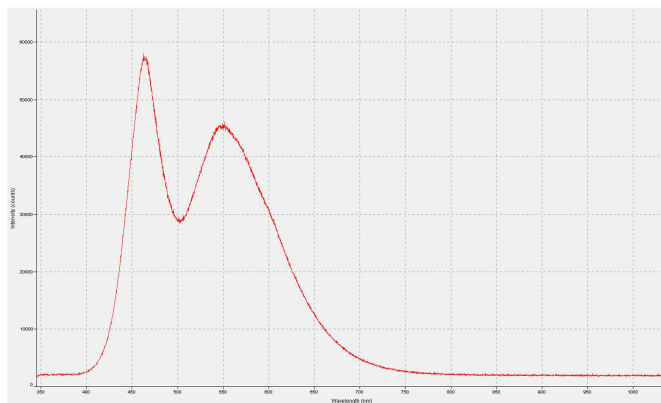
9. ábra: mérés előkészítése

A méréshez felhasznált eszközök:

- vizsgálandó napelem modul (156mm x 156mm)
- különböző köztes réteg
- fényforrás
- érzékelők, mérőeszközök, terhelés
- adatgyűjtő kártya (NI 6008)
- adatfeldolgozó számítógép LabView programmal

• adatfeldolgozó számítógép mérőprogrammal  
Méréshez felhasznált fényforrás (HPW-LED) adatai:

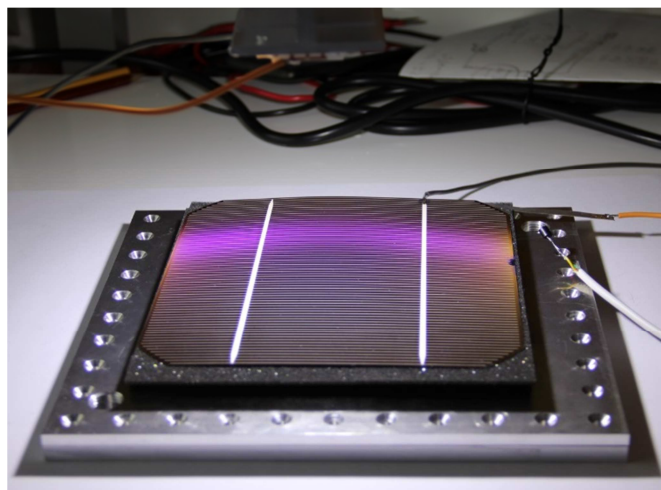
- LED teljesítménye: 50W
- LED fogyasztása: 36V; 1,6A
- LED színhőmérséklete: 6500K
- LED névleges fényárama 5000 lumen
- LED fényereje: ~ 30000 lux
- Mért maximális teljesítmény a napelemen: 0,41 W



10. ábra Teljesítmény LED spektrumja

Méréshez felhasznált „szűrő” anyagok:

- PMMA 5mm réteg vastagság
- PMMA 10mm réteg vastagság
- PC UV szűrős 2mm rétegvastagság

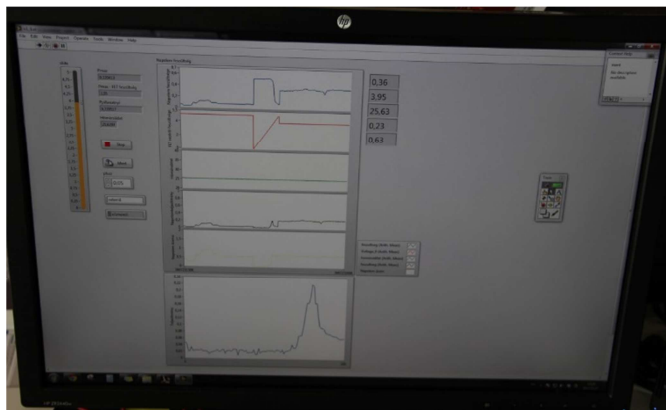


11. ábra: Napelem cella mérés közben

Kijelzésre került paraméterek:

- Cella feszültség
- Cella árama
- Cella teljesítménye (számított érték)

- Hőmérséklet
- Terhelő FET nyitófeszültsége
- Teljesítmény maximum detektáló nagytartományú diagram

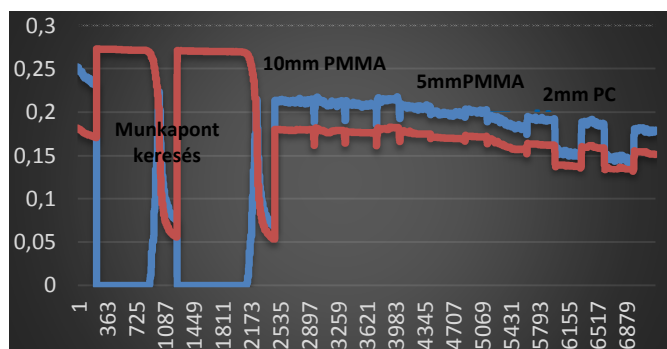


12. ábra: LabView mérőfelület

#### Maximális teljesítmény munkapont keresése (MPPT)

A beépített terhelő FET nyitófeszültség változtatásával a napelem cella maximális munkapontja meghatározható. A méréshez ez a pontdetektálás automatizálva van.

Eredmények:



- A diagramon a függőleges tengelyen a napelem cella teljesítménye, a vízszintesen pedig a mintavételek száma olvasható. A piros görbe a feszültség felének az értéket mutatja, a kék pedig a teljesítményt.

- A diagramon látható folyamatos napelem teljesítménycsökkenés a teljesítmény LED disszipációjából fakadó relatív intenzitás csökkenés miatt keletkezett.
- Az eddigi méréseinkkel igazoltuk, hogy a különböző anyagú és vastagságú átlátszó anyagok a fényforrás és napelem közé helyezve rontják a napelem cella villamos energiatermelő képességét.
- A különböző típusú napelemek vizsgálatában is jó eredményeket tudunk majd a jelenlegi mérőberendezéssel kapni.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] M. Bliss, T.R.Betts, R.Gottschalg: An LED-based photovoltaic measurement system with variable spectrum and flash speed, 2008 December 19.
- [2.] Fangzhi Chen\*, Stephen K. Wittkopf, Poh Khai Ng, Hui Du: Solar heat gain coefficient measurement of semi-transparent photovoltaic modules with indoor calorimetric hot box and solar simulator, 2012 June 10.
- [3.] Shogo Kohraku, Kosuke Kurokawa: A fundamental experiment for discrete-wavelength LED solar simulator, 2006 aug 30

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0012: Hibrid és elektromos járművek fejlesztését megalapozó kutatások - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012: "Smarter Transport" - Kooperatív közlekedési rendszerek infokommunikációs támogatása - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.