

## A K+F tevékenység a napenergia hazai felhasználásának elősegítésére

Dr. Kádár Péter

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar  
Villamosenergetikai Intézet  
1034 Budapest, Bécsi u. 96/b  
+36 209 447 241; fax: +30 1 250 0940  
peter.kadar@kvk.uni-obuda.hu

**Absztrakt:** A villamos energia termelésben egyre nagyobb szerepet játszik a napelemes (fotovoltaikus – PV) termelés. Míg a környező országokban több száz MW beépített teljesítményt installáltak, addig hazánkban néhány MW összteljesítmény üzemel. A berendezések többsége piaci termék. Az Óbudai Egyetem KMOP-2010-4.2.1/B-10-2011-0005 pályázatának keretében a napelemek széleskörű hazai elterjedésének támogatására napelemes K+F laboratórium kerül kialakításra.

### 1. BEVEZETÉS

Az Óbudai Egyetem megújuló energiaforrások (nap-, a szél- és a bioenergia) gyakorlati képzéssel, oktatással, kutatással kapcsolatos mérőhelyek laboratórium infrastruktúrájának fejlesztése érdekében új laboratóriumi berendezéseket szerez be KMOP-2010-4.2.1/B-10-2011-0005 forrásból. A kialakuló mérőhelyeken az energiatermeléssel, az energiaátalakítással kapcsolatos mérnöki ismeretek mélyíthetők el, végezhetőek kutatási és fejlesztési feladatok az adott témákban. A fejlesztés megfelelő környezetet teremt az új termékek, új technológiák, új módszerek és alkalmazások kipróbálására a társintézményekkel, kutatóhelyekkel, vállalatokkal közösen, azokkal együttműködve.

### 2. A LABORATÓRIUM

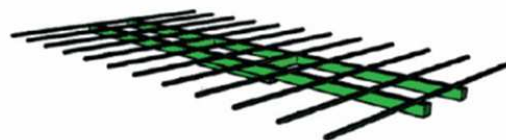
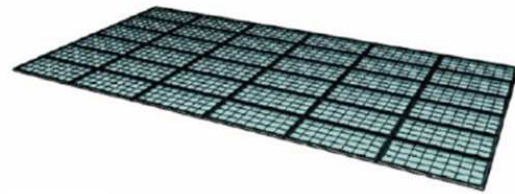
2005 óta a Budapesti Műszaki Főiskola Bécsi úti telephelyén, a C-épület tetején a KVK Villamosenergetikai Intézet (VEI) létrehozta a megújuló energiaforrások demonstrációs „Energia Park”-ját, melyben telepítésre került egy napelemes mérőállomás, egy kisteljesítményű szélturbina, egy napkollektor, tüzelőanyag cella, mikrogrid és vízturbina modell. Ez a park a mindennapi alapoktatásban nagy szerepet kapott, rendszeres hallgatói mérések folynak itt. A berendezések, illetve a park kialakítása nem teszi lehetővé a mélyebb, K+F jellegű tevékenységet.

Az új napelemes kutatóhely az Óbudai Egyetem Szőlő utcai B épületében kerül kialakításra. Az itt telepítendő berendezések már alkalmasak akár akkreditált speciális egyedi mérések elvégzésre is. A következőkben a főbb berendezéseket ismertetjük.

#### 2.1 Univerzális napkövető rendszer

A napelemes rendszerek részben fix tájolásúak, részben a nap trajektóriáját követő mechanikai rendszerekkel ellátottak. Ezzel lehetőség van a nap folyamán a kinyert fotovoltaikus energia maximalizálására. Az egyedi vizsgálatokat is célszerű minél nagyobb besugárzás mellett végezni. A napkövető

rendszerrel pozicionálási scenáriók kidolgozását végezzük, rá felerősíthetők a vizsgált normál, flexibilis és vékonyréteg napelemek.



1. ábra: Sun-A-Ray típusú univerzális, kéttengelyes napelem panel tartó berendezés

#### 2.2 Spektrális sugárzás előállítása

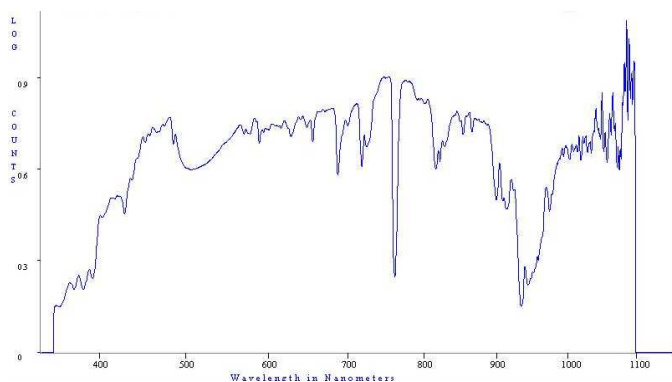
Az egyes napelemek különbözőképpen érzékenyek a különböző hullámhosszú megvilágításra. Ennek szimulációjához spektrális sugárzót használunk. Az energetikai területhez kapcsolódó spektrális sugárzó 360 nm - 1000 nm tartományban számítógép vezérlésű, hangolható.



2. ábra: Napelemet besugárzó berendezés, Patra-i Egyetemen (TEI), Görögország

### 2.3 A spektrális sugárzás mérése

Főként a természetes megvilágítás (napfény) mérésére alkalmazható a SPEKTRÁLIS ENERGIAELOSZLÁSMÉRŐ 200-3000 nm tartományban, 0,15 nm pontossággal. A következő ábrán látható görbét a Nap kompetencia centrumban mértük Apogee PS-100 350-1000 nm Portable Spectroradiometer berendezéssel.



3. ábra: Reflexió napsugárzás spektrális diagramja

### 2.3 Élettartam vizsgálatok

A laboratórium fontos feladata a napelemek alkalmazásorientált vizsgálatával kapcsolatos ipari napelem minták minősítése.

A napenergiát villamos energiává alakító napelemes rendszerek egyre jobb hatásfokú műszaki megvalósításának kritériuma nem csupán a napelem modulok fejlesztésében merül ki, hanem a napelemes rendszerek egészére vonatkozik. A napelemmodulok összekötését, illesztését szolgáló szerelvények (összekötő dobozok, csatlakozók, stb.) valamint a rendszert összekapcsoló kábelek szintén speciális műszaki megoldásokat, technológia követelményeket kívánnak meg a gyártóktól. Nem is gondolnánk, hogy a rendszer tartósságát leginkább a csatlakozók korrózióállósága határozza meg, szemben a lényegi, félvezető cellával. A napelemes rendszerek alkotóelemeinek szisztematikus vizsgálata a környezeti hatások mesterséges szimulálása és a megfelelő hatásvizsgálatok kiemelt kutatási témák világszerte.

A napelemes rendszerek elemeire tipikusan 15 év garanciát nyújtanak a gyártók, de a 25 év üzemidő átlagosnak tekinthető. Az élettartam vizsgálati időtartamának csökkentése, az UV sugárzás degradációs hatásainak modellezése elsődrendű feladat.

A fénykorróziós vizsgálatok két fő módszercsaládra oszthatók: a természetes valamint a mesterséges vizsgálatokra. A természetes körülményeknek kitett minták vizsgálata hosszadalmas és nehezen reprodukálható. Ezeket a mérési korlátokat kiküszöbölik a speciális mesterséges vizsgálatok, azonban megalapozott összefüggéseket kell találni a természetes körülményekkel. A napelemes ipari alkatrészek szabványos UV állósági vizsgálatához, mesterséges öregítéséhez az ún. Xenon mérés a legfontosabb módszer. Fénykorróziós vizsgálatokhoz a legkorszerűbb UV és Xenonteszter berendezések használatosak.

A napelemes alkotóelemek és kábelek szabványos vizsgálatára egyaránt kiválóan alkalmas az ATLAS SUNTEST XENON XXL Tester. Ezzel tipikusan 700 órás (1 hónapos) vizsgálatokat végzünk majd.



4. ábra: Suntest XXL

### 2.4 Környezeti hatások

A napelemes rendszer alkotóelemeire és kábeleire vonatkozó klimatikus környezeti hatások modellezését szabványos thermal cycling, humidity-freeze-, és más gyorsított élettartam vizsgálatokat PROGRAMOZHATÓ KLÍMAKAMRÁVAL végezzük. A 240 - 1.200 óra közötti vizsgálati ciklusidőkkel tesztelhetünk normál környezeti hatásokat (pl. tartós hideget -20°C vagy meleget 45°C értékben).



5. ábra: Discovery klímakamrák

A napelemes rendszerek alkatrészeinek gyorsított korrózióállósági (sós köd, nedves-száraz meleg, kéndioxid) szabványos vizsgálatait KÖRNYEZETI HATÁSOK SZIMULÁLÁCIÓS KAMRÁval, 300 – 2 000 órás vizsgálatok keretén belül végezhetők.



6. ábra: Sópermetkamra kiegészítéssel

Az ÓZONÁLLÓSÁG DETEKTOR-TESTERrel 100-300 óra jellemző vizsgálati ciklusidővel lehet tesztek végezni.



7. ábra: Ózonkamra

## 2.5 Villamos terhelési karakterisztikák vizsgálata

Különböző terhelések hatásainak vizsgálata a napelemes energia előállítására. A napelemes rendszerek aktív részei a napelem és az intelligens hálózati inverter.

Az inverterek kimeneti jelalakjuk szerint két kategóriába sorolhatók. Az egyszerűbb felépítésű, és ebből adódóan olcsóbb, négyzög kimeneti jelet szolgáltató, valamint a mikroprocesszor vezérelt szinuszos hullám előállítására is képes inverterek. Készülékeink többségének üzemeltetésére megfelel az egyszerűbb négyzög kimeneti jelű inverter, viszont vannak készülékek, (pl.: aszinkron motorok, kompresszoros hűtők...) melyek működésében zavarokat okoz, illetve azok meghibásodásához is vezethet, ha nem szinuszos feszültséggel tápláljuk őket. Ezen tulajdonságuk, valamint az egyes típusok hálózatra való csatlakoztathatóságuk miatt, az utóbbi típus az elterjedtebb még magasabb áruk ellenére is.

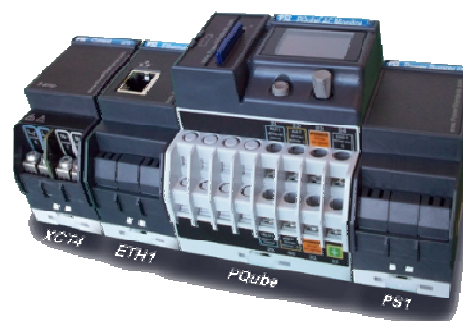
A szinuszos inverterek a bemeneti egyenfeszültséget mikroprocesszoros pl.: PWM (Pulse-Width-Modulation Impulzus szélesség modulált) vezérlés által

teljesítménykapcsolók (FET, IGBT, GTO) segítségével egy nagyfrekvenciás transzformátorra kapcsolják, melyek kimenetén már, mint „nagyfeszültségű” váltakozó feszültség jelenik meg. Ennek a kimeneti feszültségnek a jelalakja még nem tisztán szinuszos jellegű, csupán a jel effektív értéke egyezik meg a szinuszos hullám effektív értékével. A transzformátor kimeneti jeléből szinuszos, alacsony felharmonikus tartalmú jelet, kimeneti soros és párhuzamos LC rezgőkörök segítségével kapunk. Az inverterek terhelhetősége, általában 100- és 3000W közé esik. Mivel a fogyasztók többsége induláskor névleges áramuk többszörösét is felveszik, így ezen rövid idejű túlterhelésre az inverterek érzéketlenek. A hosszabb idejű túlterhelésre, a kimeneti zárlatokra, illetve bemeneti feszültség drasztikus csökkenése esetén az inverterek saját, és az üzemeltetett készülék védelme érdekében lekapcsolnak.

A vizsgálatok kiterjednek a napelem – inverter együttműködésre, illetve az inverter – külső terhelés karakterisztika vizsgálatra.

## 2.6 Felharmonikusok hatásának vizsgálata

A napelemes inverterek maguk is felharmonikus termelők, de érdekes lehet a nemlineáris terheléseken megjelenő harmonikustartalom visszahatásainak vizsgálata is. A folyamatos üzem mérésére mérő-regisztráló rendszert alkalmazunk.



1. ábra: Feszültség monitorozó eszköz

A mérőblokk a következő modulokból áll (balról-jobbra):

- PSI CURRENT XCT4
- PSI ETHERNET ETH1
- PSI PQUBE AC MONITOR
- PSI POWER SUPPLY PS1

A hibákról (feszültség kimaradás, teljesítményimpulzus, villogás, stb.) naplót és pillanatfelvételt készít a pillanatnyi hullámformáról; és természetesen méri a fogyasztás valamennyi jellemzőjét (feszültség, áram, frekvencia, hatásos-, meddő-, látszólagos teljesítmény, teljesítménytényező, [előre megadott értékek alapján] termelt CO<sub>2</sub> mennyiséget, THD, TDD, RMS flicker és felharmonikusok). Ezekről trendet ill. napi- és heti összegzést is készít, jegyzi a minimum, átlag és maximum értékeket.



Az adatokat bármely számítógépen olvasható SD memória kártyára menti, elterjedt .gif és .csv formátumokba. Lekérdezhajük USB-n és UTP-n keresztül is, és módosíthatjuk is a műszer beállításait. Valamint Interneten keresztül is megtehetjük mindezt, ráadásul értesítést és kérhetünk email-en keresztül az esetleges hibajelenségről.

## 2.7 Hálózatba illeszthetőség

A napelemmel termelt villamos energia hálózatba illeszthetőségének vizsgálata részben a terhelésen és az invertereken megjelenő harmonikustartalom vizsgálatát, részben pedig a különböző típusú, de nagyszámú inverter párhuzamos üzemét vizsgálja. Ida tartozik a mai hazai szempontokat figyelembe vevő, a hazai közcélú, kisméretű villamos energiahálózatra történő csatlakoztatáshoz szükséges minősítő mérések elvégzése

## 2.8 Érintésvédelmi megoldások

A nagy napelemes rendszerek energetikai performanciájukon túl érintésvédelmi, villámvédelmi, tűzvédelmi és biztonságtechnikai szempontoknak is meg kell, hogy feleljenek. Gondoljuk itt pl. arra, hogy mi történik tűz esetén az áramtalanított házak napelemes rendszereivel. Hogyan, kinek kell azokat kikapcsolni, hogy se a zárlatra, se a tűz oltását végzőkre ne tápláljon rá... Új szempont a tetőkre felhelyezett, fém tartószerkezetű napelem rendszerek villámvédelme is.

## 2.9 Adatgyűjtő rendszer, hálózat

A Megújuló laboratórium (nap, szél, naphő, biogáz) berendezései nagymennyiségű adatot termelnek, az eszközök többsége hálózatba kapcsolható. Csak a napelemes területen a napkövető, a speciális sugárzás mérő és sugárzás előállító, a hálózati feszültség minőség mérő is hálózatba kapcsolható. A gyűjtött adatok intraneten keresztül a speciálisan a megújuló laboratórium céljára dedikált központi szerverre tárolódnak archiválás és távoli hozzáférés céljából.

## 2.8 NAP Kompetencia Centrum

Az ÓE KVK Villamosenergetikai Intézet évtizedek óta foglalkozik a megbízható és az elvárásoknak megfelelő villamos energia szolgáltatás problémáinak megoldásával. A Magyarország területére a Nap által sugárzott energia mennyisége a villamos energia ellátás szempontjából is jelentős potenciált képvisel, elegendő, ha belegondolunk, hogy a tőlünk északabba fekvő országokban is számos

napelemes alkalmazást telepítettek már. A Napelemes laboratórium szakmai háttérét a KVK VEI-ben 2010-ben létrehozott NAP kompetencia centrum biztosítja.

A kompetencia centrum főbb vizsgálati területei:

- A Nap által sugárzott energia spektrális eloszlásának a vizsgálata, idő és frekvencia tartománybeli jellemzők mérése.
- Lokális, hálózatra csatlakoztatható és autonóm üzemre is képes ellátó rendszerek
- A fotovoltaikus energiatermelés hatása az energiaellátás minőségére.
- A helyben megtermelt villamos energia (elosztott termelés) hálózati veszteségsökkenő hatása
- Az egyedi termelő egységek (smart mikroerőművek) és a jelenlegi és intelligens hálózatok (Smart Grid) együttműködése

## 3. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton fejezzük ki köszönetünket a TÜV Rheinland szakmai támogatásáért. A laboratórium fejlesztés az Óbudai Egyetem KMOP-2010-4.2.1/B-10-2011-0005 projekt keretében valósul meg.

## 4. IRODALOM

Péter Kádár: Energy on the roof; 3<sup>rd</sup> Romanian-Hungarian Joint Symposium on Applied Computational Intelligence; Timisoara, Romania, May 25-26, 2006, SACI Proceedings pp 343-352

Kádár Péter: Energiapark a tetőn; *Elektrotechnika* 2006.09.

Péter Kádár: Testbed for virtual microgrid control strategy development, *ICREPO'07 International Conference on Renewable Energy and Power Quality*; Sevilla, Spain, March 28-30, 2007

Péter Kádár, Tibor Kliment jr: Autoregression test of Solar Photovoltaic energy generation; *3rd IEEE International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources*; March 11-12, 2011; Subotica, Serbia

Tibor Kliment jr: Distribution Spectra of Measured Solar Radiation on the Terrestrial Surface; *LINDI 2011 August, Budapest, Hungary*