

Napelemek hőfokfüggésének vizsgálata

Számtalan laboratóriumi körülmények között végzett kutatás foglalkozott már célzottan a napelemek hőfokfüggésének vizsgálatával. A félvezető alapú fotovoltaikus eszközök ezen sajátosságát kihasználva ugyanis jelentős mértékben befolyásolható a megtermelt villamos energia mértéke. A kutatásunk célja egy olyan kísérleti rendszer kiépítése volt a Fővárosi Csatornázási Művek Észak-pesti Szennyvíztisztító Telepén, melynek segítségével egy jelentősebb beépített villamos teljesítményű mini erőművön, gyakorlati szempontból végezhetünk méréseket a jelenség vizsgálatára.

Numerous research projects have already been concerned the testing of temperature dependence of photovoltaic cells. Namely using the photovoltaic device immanent features the quantity of generated electric power can be significantly increased. The goal of our actual investigation has been to build up such an experimental test-system at the Budapest Sewage Works Ltd. North-Pest wastewater plant which is suitable to monitor the phenomenon and make practical conclusions for the operation of a mini-solar plant



A rendszer egy 3kW névleges összteljesítményű, hálózatszinkron üzemű, háromfázisú napelemes kísérőmű. Felépítését tekintve három különálló alrendszerre bontható, melyekből kettő teljesen egyforma, polikristályos gyártmányú napelemekből épül fel, amelynek a

későbbiekben fontos szerepe lesz, míg a harmadik vékonyfilmes modulokból áll. Mindegyik saját, egyfázisú inverterrel táplál rá a közüzemi villamosenergia-hálózatra.

A kísérlet során a két teljesen azonos kiépítésű rendszeren történtek vizsgálatok abból a célból, hogy egy jelentős mértékű hűtés esetén miként változnak meg a napelemtáblák villamos paraméterei a normál üzemi körülményekhez képest. A kutatás során az elsődleges célunk volt a különböző mérési módszerekkel meghatározni a villamosenergia-termelés hatásfokának javulását, abban az esetben, ha az egyik rendszer hőmérsékletét jelentős mértékben lecsökkentjük a másik hőmérsékletéhez képest. Bár laboratóriumi körülmények között már történtek vizsgálatok ezen tárgykörben, a gyakorlati alkalmazásban az országon belül elsőként került rá sor.

A mérések kivitelezéséhez az egyik stringen, olyan hűtőrendszerrel (1. ábra) kellett megvalósítani, amivel megfelelő mértékű hőmérséklet-csökkenés érhető el.

A hűtéshez felhasznált közeg a közüzemű hálózathoz nyert 15°C-os víz. A II-es alrendszer napelemmoduljainak felső keretére vízpermetező csőrendszer került kiépítésre. Megfelelő nyomáscsökkentéssel elérhető volt, hogy egyenletesen eloszló hűtővíz áramoljon a napelemmodulok felületén, hűtve azokat.



1. ábra Napelemtáblák felületének hűtése

Az alkalmazott mérési módszerek a napelemek által termelt villamos energia villamos úton történő mérésével valósultak meg. Az inverterek AC oldali, betáplált villamosenergia-termelésének folyamatos monitorozását, valamint az aktuális környezeti jellemzők értékeit távfelügyeleti rendszeren keresztül monitoroztuk. A megfelelő kiértékelés szempontjából ugyanis elengedhetetlen volt a napsugárzás, a környezeti hőmérséklet és a szélsebesség ismerete.

Kifejezetten a hőfokfüggés vizsgálatára egy külső mérési adatgyűjtő rendszere volt szükség. Ennek segítségével kifejezetten az egyes modulok villamos paraméterei mérhetőek, rögzíthetőek a későbbi kiértékelés számára.

Ez a rendszer a kísérlet során két kiválasztott modul feszültségét, áramát mérte és regisztrálta. A rögzített értékből pedig már meghatározhatóak voltak a napelempanelek által leadott villamos teljesítmények.

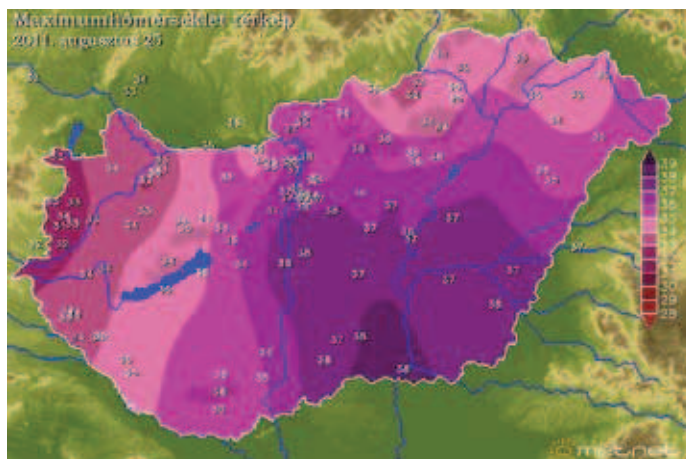
Szükséges volt még a hűtött és nem hűtött rendszer hőmérsékletének folyamatos mérése, amit egy egyedi fejlesztésű mérőrendszer regisztrált.

A kísérlet 2011 augusztus végén történt, meteorológiai szempontból optimális időjárási viszonyok (2. ábra) között.

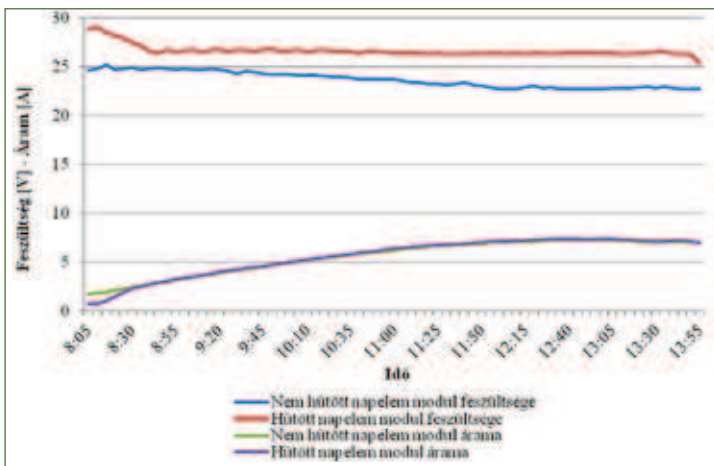
Időjárási feltételek:

- Magas környezeti hőmérséklet
- Zavartalan napsütés
- Szélcsend

A hűtött napelemtáblákat a vízhűtéssel átlagosan 18-20 °C-kal sikerült alacsonyabb hőmérsékleten tartani a normál üzemű modulokhoz képest. Ennek köszönhetően 2,9-3,2 V-tal nagyobb feszültséget állítottak elő a nem hűtöttekhez képest. A mérés adataiból készült grafikon szemléletesen mutatja be a két modul feszültségének és áramának változását (3. ábra). A környezeti hőmérséklet lényegében csak a munkaponti feszültségre van kihatással, az áramok értékei közel megegyez-



2. ábra Maximum hőmérséklet térkép 2012. 08. 25-én (forrás: met.net)



3. ábra Feszültségek és áramok alakulása

nek, a feszültségszintekben azonban jelentős eltérések vannak, a változásaik jellege viszont teljesen azonos. A hűtéssel nyert magasabb feszültségszint a mérés időtartamára vonatkozóan mintegy 11-15% közötti többlet villamosenergia-termelést eredményezett a hűtött rendszeren.

A következő táblázat (1. táblázat) néhány kiemelt, pillanatnyi értéket foglal össze. A legnagyobb napsugárzás értéke (13 órákor), a két modul által betáplált villamos energia mennyisége (táblázat) között közel 28,3 W különbség van.

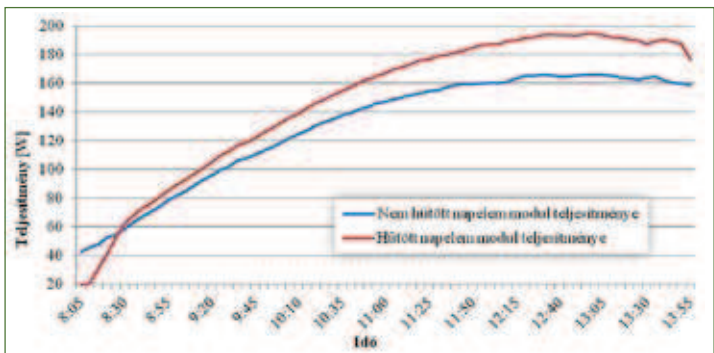
2011.08.25-i mérés félórás pillanatnyi értékei						
Idő	T _I	T _{II}	P _I	P _{II}	Szélesség	Napsugárzás
[óra:perc]	[°C]	[°C]	[W]	[W]	[m/s]	[W/m ²]
12:00	53,44	28,08	160,37	187,43	0,57	980,95
12:30	52,56	28,80	166,42	193,88	0,63	1021,73
13:00	53,09	29,04	166,21	194,50	0,89	1024,35
13:30	52,83	29,05	164,29	187,56	1,20	1004,54

1. táblázat Pillanatnyi értékek

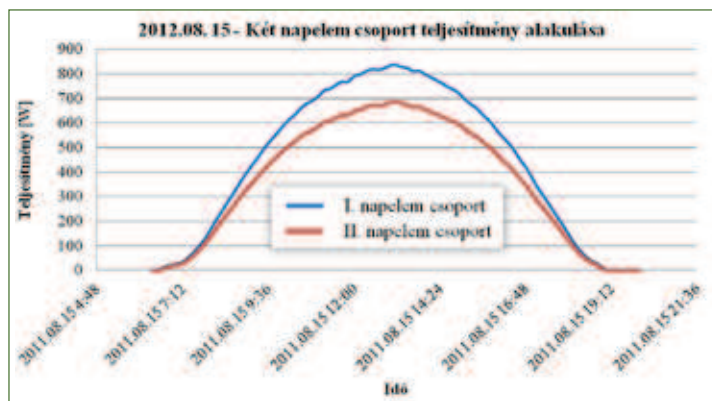
A mérési adatokat elemezve elmondható, hogy a kísérlet-sorozat igazolta a napelemek hűtésének kedvező hatását a megtermelt villamos energia vonatkozásában.

A korábbi elképzelések alapján egy 10%-os hatásfokjavulás volt várható a hűtéstől, amit még pár százalékkal meg is haladtak az eredmények (4. ábra).

Érdemes megemlíteni, hogy egy azonos körülmények mellett telepített napelemtáblák esetén a villamosenergia-termelésben jelentős eltérést tapasztalhatunk (5. ábra). Az oka, hogy a két napelemtábla-típus hőfokfüggése jelentősen



4. ábra Napelemtáblák teljesítményének alakulása



5. ábra Két napelemtábla-csoport teljesítménygörbéje

eltér egymástól, amely már a villamosenergia-termelésben is jelentősen eltérés mutatkozik.

Az alábbi táblázatban egy időpontban két napelemes rendszer teljesítményét (nem azonos teljesítményűek P1 és P2) vettük vizsgálat alá, mely ezek teljesítményértékét azonos teljesítményszintre hozva (P1k és P2k), melynek eredményeképpen 13%-os eltérést tapasztalhatunk.

Idő	P1	P2	P1k	P2k
	[W]	[W]	[W]	[W]
2011.08.15 13:10	834.26	686.35	776.06	686.35

2. táblázat Teljesítménymaximumok

A kialakított hűtőrendszer egyszerű felépítése lehetővé tette a költséghatékony kiépítést, működése során az elvárásokat felülmúlta, a mérések ideje alatt probléma nem adódott vele.

A kutatás során alkalmazott mérési adatgyűjtő rendszerek jól vizsgáltak, és az általuk biztosított adatok alapján a vizsgált jelenség megfelelően kiértékelhetővé vált.

Ugyanakkor lényeges végiggondolni az elképzelés gyakorlatban történő alkalmazását.

A mérés során óránként 1 m³ vizet használtunk fel, mely ebben a formában gazdaságtalan. A környezettudatosság szempontjából ezért csak zárt rendszerű, cirkuláltatott hűtés lehet az ésszerű megoldás.

A hűtött napelemtáblák alkalmazásának fejlesztési irányvonalát további kutatások határozhatják meg.



Kovács Csaba

AktívEnergia Kft.
Fejlesztő mérnök
kovacs.csaba@aktivennergia.hu



Mikolai Bence

OE - végzős villamos mérnök hallgató
mikolgsm@gmail.com

Lektor: Herbert Ferenc kutatóhely vezető, Óbudai Egyetem KVK-EKH