

Környezeti energiát hasznosító irodaház PV rendszerének üzemeltetési tapasztalatai

Török Imre

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen
im.torok@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban az épületeink üzemeltetésénél, egyre nagyobb szerepet kap az energiahatékonyság. A növekvő primerenergia árak egyre nagyobb megtakarításra kényszerítik az üzemeltetőket és az energiafüggetlenségre is egyre nagyobb igény van. A mai korszerű épületek üzemeltetésénél nélkülözhetetlen, hogy minél több megújuló energiát hasznosító rendszert építsünk be a létesítményeinkbe.

Kulcsszavak: napelem, villamos energia, üzemeltetés, monokristály, polikristály

SUMMARY

One of the most important research directions in the building sector is reducing the energy consumption. In Hungary the residential sector is the biggest energy consumer with 40% from the total energy consumption of the country. One possibility to decrease the energy consumption is using renewable energy sources. In this work I show a short description of PV cells and some measurements.

Keywords: PV cells, electricity, operation, monocrystalline, polycrystalline

BEVEZETÉS

Az épületek üzemeltetésében a növekvő energia árak egyre nagyobb megtakarításra kényszerítik az üzemeltetőket. A megtakarítás növeléséhez egyrészt az primerenergia felhasználást kell a minimálisra csökkentenünk, másrészt a maradék energiát lehető legnagyobb mértékben megújuló energiával előállítani. Ez utóbbi ma még csak kis százalékos arányba van jelen hazánkban, de a kötelező áramátvételtől szóló törvény és a vissza nem térítendő pályázati támogatások kedvezően hatnak ezeknek a rendszereknek a terjedésében (NFM, 2010).

Merül fel a kérdés egy ilyen beruházás előtt, hogy milyen gyártót és milyen típust is célszerű választani. A debreceni Megújuló Energia Alkalmazási Központ napelemes rendszer kialakításának két fő célja volt. Az egyik, hogy a központ villamos energia fogyasztásának lehető legnagyobb részét a napelemek termeljék meg. A másik, hogy a különböző típusú napelemeket össze lehessen hasonlítani és a hasznosított energia mennyiségek folyamatos regisztrálásra kerüljenek.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Hét különböző típusú napelemes mező naplózott hasznosítását van lehetőségünk elemezni. Ez a rendszer közvetlen az elektromos hálózatra táplál (on-grid), így nincs szükségünk akkumulátorok telepítésére. A szolgáltató egy digitális fogyasztásmérőt szerel fel, melynek segítségével a fogyasztásunkat, és a napelemek által visszatáplált energia mennyiségét is mérni tudjuk. A telepített photovoltaic (PV) elemeknek egy része monokristályos, másik része polikristályos, és a gyártójuk is különbözik (1. ábra). A rendszerekben az inverterek egyformák, ugyanis mindegyik egy SMA 3800-as típusú inverter segítségével táplál a hálózatra.

A napelem modulok déli tájolásúak és 45°-os dőlésszöggel lettek telepítve a raktárcsarnok tetőszerke-

zetére. A jelenleg telepített rendszer technikai részleteit az 1. táblázat tartalmazza.

1. ábra: A telepített PV cellák



Figure 1: The installed PV cells

A telepített napelemek technikai paraméterei az 1. táblázatban találhatóak. A napelemes modulok, valamint a napelemes rendszerek nagyságát jellemző teljesítményt W_p mértékegységgel adják meg. A „p” betű a „peak” angol szóból a csúcsteljesítményre utal. Az adott elem teljesítmény meghatározása egységesített feltételek mellett zajlik (Erickson és Vignola, 2007).

Ezeket a feltételeket az STC rövidítéssel (Standard Test Conditions) jelölik, amikor is az irradiáció 1000 W/m^2 nagyságú, a modul $25 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű és a fény spektruma AM 1,5 szabványos. Ezek a „laboratóriumi” feltételek nem életszerűek, így egyre több gyártó adja meg a termékeire vonatkozó paramétereket, a NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) szerint. Ez esetben a cella vagy modul átlag $45 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű, az irradiáció 800 W/m^2 , a környezeti hőmérséklet $20 \text{ }^\circ\text{C}$, a fény spektrum AM 1,5, a szélsősebesség 1 m/s és a modul déli irányban 45° dőlésszöggel van tájolva.

A telepített PV cellák kiosztása

Név(1)	Modulok csúcsteljesítménye(2)	Modulok száma(3)	Típus(4)	Csúcsteljesítmények összege(5)
1 mező(6)	250 Wp-os	16 db	monokristályos	4000 Wp
2 mező(6)	240 Wp-os	16 db	monokristályos	3840 Wp
3 mező(6)	240 Wp-os	16 db	monokristályos	3840 Wp
4 mező(6)	180 Wp-os	21 db	monokristályos	3780 Wp
5 mező(6)	185 Wp-os	21 db	monokristályos	3885 Wp
6 mező(6)	240 Wp-os	18 db	polikristályos	4320 Wp
7 mező(6)	185 Wp-os	21 db	monokristályos	3885 Wp

Table 1: The installed PV cells

Name(1), Nominal power(2), Number of moduls(3), Type(4), Power(5), Field(6)

Ha a műszaki és gazdasági paraméterek alapján sikerül dönteni, hogy melyik napelem típust szeretnénk, akkor kezdődhet a kivitelezés. A Magyarországon működő photovoltaikus rendszerek döntő része az úgynevezett háztartási méretű kiserőmű kategóriájába (HMKE) esik, melyek 50 kVA teljesítmény alatti rendszerek. Az ilyen rendszereknek legfőbb előnyei:

- csatlakoztatási költség nincs,
- elszámolási időszakon belül szaldóelszámolást kell alkalmaznia az energiakereskedőnek,
- elszámolási időszakon belül termelési többlet esetén az energiakereskedő a többletet köteles átvenni,
- menetrendadási kötelezettség nincs,
- átvételre időkorlát nincs.

A napelemes rendszerek kivitelezés során az MSZ HD 60 364-7-712-es szabvány ad pontos leírást arról, hogy hogyan kell a rendszereinket kiépíteni. Ezek közül kiemelt fontosságúak az alábbi szempontok:

1. A napelemes rendszerek DC-oldalát akkor is feszültség alatt állónak kell tekinteni, ha a rendszer az AC hálózatról le van választva. Az AC (váltakozó áramú) hálózatoknál alkalmazott érintésvédelmi megoldások, mint pl. a TT vagy TN rendszerek állandóan feszültség alatt álló DC (egyenáramú) rendszereknél nem alkalmazhatók. Ezért a DC-oldalon alkalmazott berendezés, készülék, vezeték és szerkezeti elem meg kell, hogy feleljen a kettős szigetelés követelményeinek.
2. A napelemes rendszerek DC-oldalán villamos kötések létesítésénél a csatlakozódobozok kialakítása során be kell tartani az MSZ EN 60 439-1 szabvány előírásait, mely szerint csak tipizált vagy részlegesen tipizált napelem-csatlakozódobozok alkalmazhatók, egyedi kialakításúak nem!
3. Az egyenáramú oldalon lévő villamos szerkezetek feleljenek meg az egyenfeszültségnek és az egyenáramnak.
4. A napelem-csatlakozódobozokat el kell látni egy figyelmeztető felirattal, ami jelzi, hogy a dobozban lévő aktív vezetőket állandóan feszültség alatt állóknak kell tekinteni.
5. A vonatkozó előírások szinte valamennyi napelemes rendszer esetében túlfeszültség-védelem kialakítását írják elő. Ez több, összehangoltan kiválasztott túlfeszültség-védő készülék alkalmazásával biztosítható. Ez azt jelenti, hogy egy 1-es típusú ké-

szüléket a hálózati betáplálási pontnál, egy 2-es típusú készüléket az inverter AC-oldalán, valamint az MSZ EN 62 305 villámvédelmi szabvány szerinti biztonsági távolság betarthatóságától függően egy 1-es vagy 2-es típusú készüléket a DC hálózaton, az inverter DC-oldalán telepíteni kell.

6. A napelemes rendszerek AC-oldalán a DC/AC átalakítást végző inverterek által szolgáltatott villamos energiát egy úgynevezett inverter-csatlakozódobozban egyesíteni kell.
7. A photovoltaikus rendszer vezetékeit és kábeleit a zárlati, és túláramokkal szemben védeni szükséges. Erre a célra leggyakrabban speciálisan napelemes rendszerekhez tervezett kismegszakítókat alkalmazunk.
8. Hálózathoz történő szakszerűtlen csatlakoztatásnál is tartuk be a vonatkozó előírásokat, valamint megbízható és biztonságos alkotóelemekből valósítsuk meg csatlakozási pontot.

EREDMÉNYEK

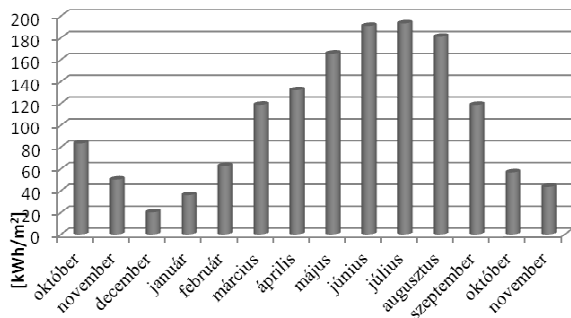
A photovoltaikus rendszer – a fent említett szabvány szerint – első üteme 2010-ben készült el. Jelen cikkben a 2011. októberétől 2012. októberéig terjedő üzemidőt vizsgáltam. Így lehetőségem volt, mind a nyári mind a téli üzemletetésről információkat gyűjteni. A telepített rendszer közelében a napsugárzási adatok begyűjtésére is lehetőségem nyílt.

A napsugárzás intenzitás havi eloszlása a 2. ábrán látható. A vizsgált időszakban az 1m²-re eső éves sugárzás intenzitás ~1400 kWh/m² értékű volt (Dobos et al., 2012).

A gyakorlatban ebből az energia mennyiségből egy 4 kW-os rendszer, amiben 16 db napelem van a legrosszabb téli időszakban 94 kWh, míg a nyári időszakban akár 570 kWh villamos energiát képes hasznosítani egy hónapban. A havi eloszlásról és annak mértékéről a 3. ábra adatai adnak tájékoztatást.

Megállapítható a 3. ábra adatai alapján, hogy éves szinten a telepített napelemek átlagosan ~13 % hatásfokkal tudták hasznosítani a napenergiát. A termelt mennyiséget az inverter után mértük, vagyis ebben az értékben már az DC/AC átalakítás veszteségei is szerepelnek.

2. ábra: A napsugárzás intenzitás havi eloszlása a vizsgált időszakban

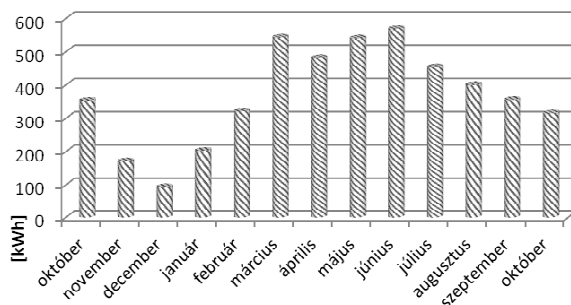


Forrás: Debreceni Egyetem AGTC Agrometeorológiai Observatóriuma (Kismacs)

Figure 2: The monthly distribution of solar radiation intensity in the period under review

Source: University of Debrecen AGTC Agrometeorological Observatory in Kismacs

3. ábra: A 4 kW-os napelemes mezők átlagos energiahasznosításának havi eloszlása



Forrás: MEAK Debrecen

Figure 3: The average monthly distribution of 4 kW solar fields electricity utilization

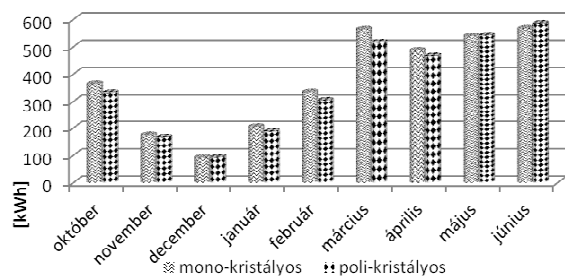
Source: MEAK Debrecen

A polikristályos napelem hatásfoka elmarad a monokristályos napelemektől, ez látható a 4. ábra adataiból. Fontos megemlíteni, hogy a napelemek hatásfoka nagyban függ a hőmérsékleti viszonyoktól és a telepítéskor a megfelelő levegőáramlást biztosítani szükséges (Hunter et al., 2006). A márciusban mért kiemelkedő érték is ezt támasztja alá.

A polikristályos napelemeknek minimális többlet termelése a téli időszakban van, ám ha az éves mennyiséget vizsgáljuk, akkor megállapítható, hogy a polikristályos napelem 10,6%-os hatásfokkal üzemelt, míg a monokristályos napelem 12,8% -os hatásfokkal. Ha a 45 Ft/kWh lakossági árat vesszük figyelembe, akkor ez teljesítménykülönbség 13 500 Ft-ot jelent évente.

A másik kérdés, ami felmerül, hogy egy keleti gyártót válasszunk, vagy egy európaiat. A napelemekre jellemzően teljesítménygaranciát vállalnak, ami két lépcsőre bontanak pl. 12 évre szóló minimum 90% teljesítménygarancia és 25 évre szóló minimum 80% teljesítménygarancia. A vizsgált napelemes rendszer mindkét oldalra vállalta a gyártó az előbbi feltételekkel a garanciát.

4. ábra: A 4 kW-os poli- és mono- kristályos napelemes mezők energiahasznosításának havi eloszlása



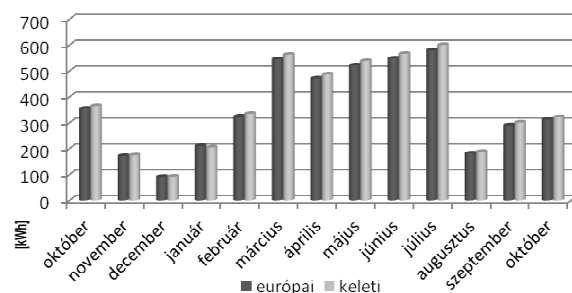
Forrás: MEAK Debrecen

Figure 4: The monthly distribution of 4 kW poly and mono solar fields electricity utilization

Source: MEAK Debrecen

Az európai és a keleti napelemes mezők energiahasznosítása között gyakorlati különbség még nem tapasztalható. Az 5. ábrán havi bontásban is megfigyelhető a hasznosított elektromos áram – a beüzemelés követően két év telet el – mindkét rendszer ~4600 kWh elektromos áramot hasznosított éves szinten, így több mint 1150 üzemórát működtek. Érdekes azonban több éves üzemidő függvényében vizsgálni a teljesítményüket. A kapott eredményeket a jövőben fogom publikálni. Addig is az állapítható meg a mért adatok alapján, hogy a jó minőségű gyártmányok között releváns különbségek nem tapasztalhatóak.

5. ábra: A 4 kW-os keleti és Európai napelemes mezők energiahasznosításának havi eloszlása



Forrás: MEAK Debrecen

Figure 5: The monthly distribution of eastern and European solar fields electricity utilization

Source: MEAK Debrecen

KÖVETKEZTETÉSEK

Egy átlagos 4 kW-os rendszer éves szinten mintegy 4800 kWh villamos energiahasznosításra alkalmas, ami 216 000 Ft megtakarítást jelent a rezszi költségben évente. A tapasztalatok szerint ez a mennyiség egy átlagos négytagú családnak fedezi az elektromos áram szükségletét.

Fontos, hogy csak olyan rendszert válasszon a megrendelő, melynek forrása ellenőrizhető, és a megfelelő dokumentumokkal és garancia papírokkal a kereskedő rendelkezik. Tehát ha a korábban említett termék és teljesítménygarancia is rendelkezésre áll, akkor célszerű

megvásárolni a cellákat. A mérési adatsorok elemzéséből az is kiderült, hogy az azonos technikai paraméterekkel bíró napelemek származási helytől függetlenül is a tőlük elérhető módon teljesít.

A megújuló energiát hasznosító rendszerek sarkalatos kérdése a gazdaságosság. Az könnyen belátható, hogy a jelenlegi támogatási rendszer mellett és a mostani árak mellett sajnos ezeknek a rendszereknek a megtérülési ideje sajnos 10–15 év is lehet. A bekerülési költségek igen magasak talán indokolatlanul is, és a nyugat európai országokhoz képest a támogatási rendszer is kezdetleges és több hiányossága is van hazánkban. Fontos szempont, hogy a tervezők felhívják a megrendelő figyelmét, arra, hogy üzemeltetni is kell az épületet és csak a környezeti energiát hasznosító rendszerekkel van arra lehetőség, hogy minimalizálni tudjuk a rezszi költségeinket. Figyelembe kell vennünk, azt is, hogy a primerenergia árak a szomszédos országokhoz képest még mindig kedvezőbb hazánkban és sajnos a jelen gazdasági helyzetben ez nem sokáig lesz tartható (Farkas, 2003)

Fontos továbbá megemlítenem, hogy a mai épületeink növekvő villamos energia felhasználásához re-

mek kiegészítő rendszer lehet a napelem. Hiszen például egy hőszivattyúval az épület fűtését is megoldhatjuk és a napelemes rendszerünk pedig képes megtermelni azt a villamos energiát, amivel a hőszivattyú működik. További előnye a napelemes rendszereknek, hogy nem tartalmaznak forgó, mozgó kopó alkatrészeket, így különösebb karbantartást nem igényelnek. A piackutatások szerint ezen a részen tapasztalhatóak a legnagyobb árzuhanások és legjelentősebb technikai újítások. Várhatóan a jövőben egyre több épület villamos energia igényét lehet majd részben vagy egészben napelemekkel megoldani, ezzel az erőművekben elégett gázmennyiséget nagymértékben tudják csökkenteni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- Dobos, A.–Vig, R.–Molnár, K.–Nagy, J.–Kovács, K. (2012): Evaluation of the correlation between weather parameters and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) determined with a field measurement method. *Quarterly Journal of the Időjárás*. 116. 1: 53–64.
- Erickson, D.–Vignola, F. (2007): Experiments with photovoltaic cells. http://solardat.uoregon.edu/download/Lessons/Experiments_with_PV_Cells.pdf
- Farkas I. (2003): Napenergia a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 316.
- Hunter, A. F.–Davis, M. W.–Dougherty, B. P. (2006): Comparison of Photovoltaic Module Performance Measurements.
- NFI (2010): Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve. Budapest. 224.