

Fotovillamos erőmű üzemi jellemzőinek értékelése SPSS programmal

Szecsó Zoltán

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Géptani Tanszék, Debrecen
szecszo@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A fosszilis tüzelőanyagok használata nagymértékben károsítja a környezetet és korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésre. Ezért indokolt, hogy az energia előállításánál egyre nagyobb részarányban alkalmazzunk megújuló energiaforrásokat (nap, szél, víz, biomassza).

A napból a földre érkező nagy mennyiségű energiát (1100-1300 kWh/m² éves átlagban) passzív és aktív módon lehet hasznosítani. Az aktív hasznosítás egyik módja a fotovillamos áramtermelés, amely során napelemekkel villamos energiát állítunk elő, melyet a hálózatba táplálunk.

A Debreceni Egyetemen 2004. szeptembertől fotovillamos erőmű üzemel. A beépített kyocera, dunasolar és siemens napelemekkel elérhető maximális teljesítmény 8,64 kW. Az elemek összfelülete 110 m². A beépített adattörzítő segítségével 15 percenként mérjük a modul feszültséget, modul áramerősséget, modul hőmérsékletet, sugárzásintenzitást, léghőmérsékletet, szélsébséget és a hálózatba betáplált elektromos teljesítményt.

Vizsgáljuk, hogy a modulok különböző mértékű és irányú árnyékolása hogyan befolyásolja az elemek és az erőmű teljesítményét. A kísérleti eredmények értékelését és grafikus ábrázolását saját fejlesztésű értékelő programmal végezzük.

Kulcsszavak: napenergia, napelem, fosszilis tüzelőanyag, SPSS

SUMMARY

The use of fossil energy sources greatly damages the environment. Moreover, the quantity of these energy sources is limited. Therefore, it is important to increase the share of renewable energy sources (solar, wind, water and biomass) in energy generation.

Huge amounts of energy (1100-1300 kWh/m² per year) arrive at the earth from the sun, and are utilized in passive and active ways. One of the active applications is photovoltaic current production, in the course of which electricity is produced directly with PV – panels. This can be fed into a grid. At the University of Debrecen is a solar energy power plant from September 2005 in operation. The electricity performance of the incorporated PV-panels (Kyocera, Dunasolar, and Siemens) are 8.64 kW. The area of PV – panels is 110 square meter. With the aid of the data storage, the tension, current, temperature of the PV-panels, global radiation, air temperature, wind speed, wind direction and the achievement is measured by the ac network.

The effect of the shading on the performance of the PV – panels and the solar energy power plant is examined. The analysis and the graphic representation of the experiment results are carried out with SPSS per grief. We produced per grief.

Keywords: sun energy, PV – panel, fossil energy, SPSS

A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) becslései szerint a globális, fosszilis energiakészletek 2030-ig biztosan kitartanak, amennyiben a fejlesztések és a fogyasztás is a jelenlegi ütemben növekszik. Az IEA 2005-ös jelentésében rámutat, hogy 26 tagországa átlagában várhatóan 35 dollár/hordó szintre süllyed az olajár 2010-re.

A következő 25 évben az energiafelhasználás várhatóan másfélszeresére nő, a többlet kétharmadát a fejlődő országok igénylik. Az összefogyasztás 16,3 milliárd tonna kőolaj-egyenértéket tesz majd ki 2030-ban (<http://vg.hu/index.php?apps=cikk&cikk=104643&fr=hk>).

A szakmai szervezet szerint legalább 17 ezer milliárd dollár értékű fejlesztést kell végrehajtani az energiaellátás javítására. Ebből évente 18,7 milliárd dollárt kellene költeni a finomítói kapacitások bővítésére. Ennek kétharmadát a fejlődő országokban kellene megvalósítani, mert az iparilag fejlett országokban környezetvédelmi akadály van az új finomítók építésének. Az IEA felhívta a figyelmet, hogy az Egyesült Államokban például egyetlen finomító sem épült az elmúlt 30 évben. A szervezet vezetői hangsúlyozták, hogy az energiatermelésnek a környezetet károsító hatásai miatt nem lehet cél a kitermelés 50%-os növelése (<http://www.origo.hu/uzletinegyed/hirek/vilaggazdasag/20051107avilag.html>).

A fosszilis energiahordozók elégetésekor jelentős mennyiségű szén-monoxid, szén-dioxid, kén-dioxid, nitrogén-oxid, korom kerül a levegőbe (Martin et al., 2002). Ezek felhasználásával együtt járó környezeti - valamint a klímaváltozások hatásainak mérséklésében nagy szerepe lehet a megújuló energiaforrások széleskörű felhasználásának (Martin et al., 2004).

Az EU elvárása az, hogy az újonnan csatlakozott országokban az összes energiafelhasználáson belül a megújuló energiaforrások arányát 2010-re a jelenlegi átlag 6%-ról 12%-ra kell növelni (Marosvölgyi, 2004). A környezetvédelmi szempontokon túlmenően a részarány növelése mellett szól az is, hogy a megújuló energiaforrásoknak jelentős szerepe lehet a helyi energiatermelésben (Grasselli, 2004). Az EU szakemberek szerint energiaerdők telepítésével gyengébb talajadottságú, eddig szántóként hasznosított területeket lehetne kivonni a mezőgazdasági termelésből, mellyel mérsékelhető az agrárágazatban tapasztalható túltermelés, értékesítési problémák (<http://www.origo.hu/uzletinegyed/hirek/hazaihirek/20050926munkahelyet.html>).

A földi élet alapját a napsugárzás képezi.

A nappól a föld légkörének külső határára csaknem állandó, 1352 W/m² nagyságú sugárzás érkezik, melynek 23%-át a légköri gázok elnyelik, 26%-a visszaverődik, azaz 51%-a éri el a földfelszín direkt vagy szórt sugárzás formájában. (Szász, 1992).

Magyarország kedvező földrajzi helyzete és sugárzási viszonyai miatt indokolt a napenergia hasznosítása. A napenergia lehetséges hasznosítási módjait foglalja össze az 1. táblázat.

1. táblázat

Napenergia hasznosítás lehetséges módjai

Hasznosítási mód(1)	Mezőgazdasági alkalmazás lehetőségei(2)
Passzív(3): Az épület szerkezeti kialakításával, adott anyagfészeségek beépítésével hasznosul a napenergia(4)	- Üvegházak fűtése(8) - Fóliasátrak fűtése(9)
Aktív(5): 1. Fotoelektromos (villamos energiatermelés): a napsugárzásból közvetlenül elektromos energiát nyerünk(6)	- Öntözés(10) - Épületfűtés(11) - Mezőgazdasági termények szárítása(12) - Gyümölcsaszalás(13)
2. Fototermikus: napkollektorok a napsugárzást hővé alakítják át(7)	- melegvíz előállítás(14) - épületfűtés(15)

Forrás: Kacz és Neményi, 1998

Table 1: The use of solar power in agriculture

Exploitation(1), use in agriculture(2), passive exploitation(3), the suns radiation is used with building elements and the specific construction of the buildings(4), active exploitation(5), electric energy is produced from the energy of the suns radiation(6), hot is produced from the energy of the suns radiation with collectors(7), heater of greenhouse(8), heater of walk-in plastic tunnel(9), watering(10), heating of buildings(11), curing of farm produces(12), torrefaction of fruits(13), warm water production(14), heating of buildings(15)

Fotoelektromos napenergia hasznosítás lényege, hogy a napelemek a napsugárzást közvetlenül elektromos energiává (egyenárammá) alakítják át, melyet közvetlenül hasznosítunk, vagy áramátalakítók (inverterek) alkalmazásával váltóárammá alakítjuk át, és az elektromos hálózatba tápláljuk (Farkas, 2005). A Debreceni Egyetem Géptani Tanszékén 2002-ben kezdődtek meg a megújítható energiaforrásokkal kapcsolatos kutatások. A tanszék oktató-kutató bázisán kialakításra került egy bemutató centrum, ahol a hallgatók, oktatók, és a téma iránt érdeklődők átfogó képet kaphatnak a megújuló energiaforrások felhasználási lehetőségeiről és a felhasználáshoz szükséges technológiai megoldásokról. A fejlesztés első lépéseként megépítésre került egy 8,64 kW teljesítményű fotovillamos erőmű.

A Debreceni Egyetem fotovillamos erőművének a felépítési vázlatát mutatja be az 1. ábra.

Az erőműbe három különböző típusú (kyocera, dunsolar, siemens) napelem került beépítésre. A beépített napelemek műszaki jellemzőit mutatja be a 2. táblázat.

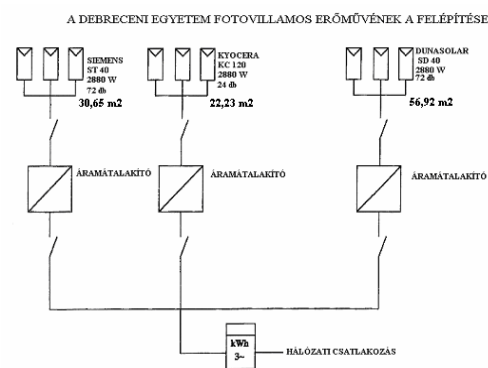
2. táblázat

A beépített modulok műszaki jellemzői

Műszaki jellemzők(1)	Kyocera KC 120	Siemens ST 40	Dunsolar DS 40
Maximális teljesítmény P _{max} (2)	120 W	40 W	40 W
Feszültség P _{max} (3)	16,9 V	16,6 V	40 V
Áramerősség P _{max} (4)	7,1 A	2,29 A	1,1 A
Üresjáratú feszültség(5)	21,5 V	22,2 V	62,2 V
Rövidzárási áram(6)	7,45 A	2,59 A	1,3 A
Tömeg (kg)(7)	11,9	7,02	13
Összfelület (m ²)(8)	22,23	30,65	56,92

Forrás: Saját forrás

1. ábra: Debreceni Egyetem fotovillamos erőművének vázlata



Forrás: Saját forrás

Figure 1: University of Debrecen solar energy power plant

Table 2: Attribute of Dunsolar PV – Panels

electric quality(1), maximal performance(2), tension(3), current(4), idling tension(5), short training current(6), body in kg(7), area in m²(8)

Azért, hogy a modulcsoportok egymástól függetlenül is üzemeltethetőek legyenek, három inverter került beépítésre. Az alkalmazott SB 2500 invertertípus műszaki jellemzőit mutatja be a 3. táblázat. Az erőműhöz kapcsolódik egy meteorológiai állomás, amely egy kombinált hőmérséklet- és légnedvesség mérőből, CM 11 pyranométerből, kanalas szélesebesség- és széliránymérő berendezésből áll.

3. táblázat

Az SB 2500 áramátalakító műszaki jellemzői

Bementi oldal (DC)(1)	
Maximális üresjárati feszültség U_{pv0} (2)	600 V DC
Bemenő feszültség(3)	224 – 550 V DC
Maximális bemenő áramerősség I_{pvmax} (4)	12,0 A
Maximális bemenő teljesítmény P_{pv} (5)	2700 W
Ajánlott maximális generátorteljesítmény(6)	3450 W
Kimeneti oldal (AC)(7)	
Névleges kimeneti teljesítmény P_{acennn} (8)	2200 W
Maximális kimeneti teljesítmény P_{acennn} (9)	2500 W
Hatásfok %(10)	93 - 94

Forrás: Saját forrás

Table 3: Attribute of SB 2500 electric converter

Input side(1), maximal idling tension(2), input tension(3), maximal input current(4), maximal input performance(5), recommended performance of the generator(6), output side(7), output performance(8), maximal output performance(9), efficiency(10)

A mért üzemi- és meteorológiai adatok rögzítését, tárolását az SMA által gyártott Sunny Boy Control végzi. Az adatrögzítő nyolc analóg és nyolc digitális bemenettel, valamint nyolc digitális kimenettel rendelkezik. A nyolc analóg bemenetből egyet a léghőmérséklet mérésére, egyet a modulhőmérséklet mérésére használunk. Az adatrögzítőt RS232 kapcsolattal közvetlenül csatlakoztatni lehet asztali PC-hez. Az Ms Excel táblázatban 15 percnként rögzítésre kerülő üzemi- és meteorológiai jellemzőket mutatja be a 4. táblázat.

4. táblázat

Mért üzemi és meteorológiai jellemzők

Mért jellemző(1)	Mértékegység(2)
Modulfeszültség(3)	V
Modul áramerősség(4)	mA
Hálózatba táplált váltóáram feszültsége(5)	V
Hálózatba táplált váltóáram áramerőssége(6)	A
Összes energiatermelés(7)	kWh
Napi összesített energiatermelés(8)	kWh
Hálózatba betáplált elektromos teljesítmény(9)	W
Globálsugárzás(10)	W/m ²
Léghőmérséklet(11)	°C
Elemhőmérséklet(12)	°C
Szélsebesség(13)	m/s
Szélirány(14)	°

Forrás: Saját forrás

Table 4: The measured data of solar energy power plant the measured data(1), unit (2), tension of PV-panels(3), current of PV-panels(4), tension of ac(5), current of ac(6), total electric production(7), electric production per day(8), performance in ac network(9), global radiation(10), temperature(11), temperature of PV-panels(12), wind speed(13), wind direction(14)

Naponta ez átlagosan 1100-1200 mért adatot jelent. Az adatok feldolgozása Ms Excel felhasználásával hosszadalmas és lassú.

A számítások elvégzése, grafikonok elkészítése manuális beállítást igényel. Ezért vált szükségessé egy olyan értékelő program kifejlesztése, amely megfelelt a következő, általunk megfogalmazott követelményeknek:

1. a használatban lévő táblázatkezelő programok által létrehozott valamennyi file formátumot képes legyen kezelni,
2. az értékelő programot bármely átlagos PC-n alkalmazni lehessen,
3. a számított jellemzők mennyisége, ábrázolási módja igény szerint változtatható legyen,
4. nagy számú mérési eredmény feldolgozása is elvégezhető legyen akár tetszőleges bontásban is (napi, heti, havi, éves),
5. a feldolgozás, elemzés során készített táblázatok, grafikonok jól áttekinthetők, a mért üzemi jellemzők közötti összefüggések könnyen értelmezhetőek legyenek,
6. a grafikonok, táblázatok elektronikus tárolása minimális számítógépes kapacitást igényeljen,
7. a grafikonok, táblázatok szerkeszthetők, beilleszthetőek legyenek más dokumentumokba,
8. a kapott eredményeket elektronikus formában továbbítani lehessen.

Ezeknek a követelményeknek a legnagyobb mértékben az SPSS program felelt meg (Huzsvai, 2004).

Az értékelő program elkészítésekor az első lépés az volt, hogy létrehozzunk egy úgynevezett „minta” adatbázist, amelyben rögzítettük, hogy a mért jellemzőket milyen jelöléssel, megjegyzéssel (Label) akarjuk ellátni.

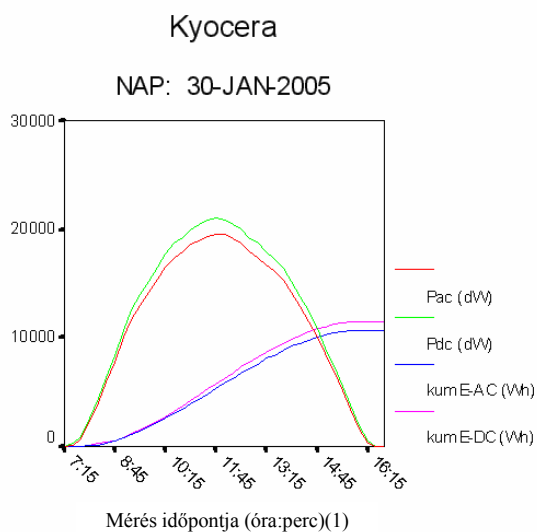
A második lépésben meg kellett adnunk, hogy mely összefüggéseket (egyenáramú, váltóáramú teljesítmény, sugárzási energia, inverter- és generátor hatásfok, napi üzemidő, stb.) hogyan számolja ki a program. A számítások végén hivatkozva a „minta” adatbázisra, a táblázatunk megfelelő szerkezetű lett.

A harmadik lépésben, egy jelentésben (report) egy kimutatás táblázatot készítettünk. A táblázat tartalmazza a napi átlagos modulteljesítményt, a hálózatba betáplált váltóáram mennyiségét, egyen- és váltóáramban számított munkát, napi üzemidőt és a napi globálsugárzási energiát. Lehetőség van arra is, hogy táblázatainkat áthelyezzük más programokba, pl. Ms Word-be, beállítható az is, hogy file kiterjesztéssel történjen ez az áthelyezés. Ha szöveges dokumentumot szeretnénk előállítani, akkor a *.txt, *.html, vagy *.xml formátumokból választhatunk.

Az értékelés következő lépésében kiválasztottuk, hogy milyen módon (vonal, oszlopdiagram, stb.) szeretnénk a mért és számított jellemzőket ábrázolni. Azért, hogy ne kelljen minden alkalommal a diagramkészítés minden egyes lépését kézzel beállítanunk, létrehoztunk egy „minta” diagrammot.

A diagramkészítés végén hivatkoztunk erre a „mintára”, és így a grafikonjaink a megfelelő formában kerültek megszerkesztésre. SPSS-ben készített diagrammokat mutat be a 2. és 3. ábra.

2. ábra: SPSS-ben készített diagramm

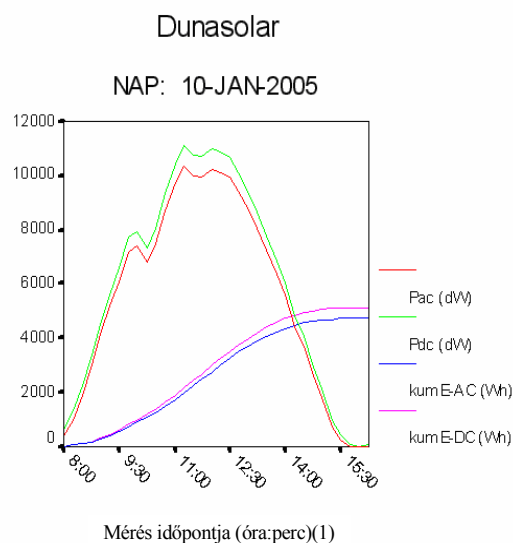


Forrás: Saját forrás

Figure 2: Figure in Spss
time of measurement (hour:minute)(1)

A diagrammok is áthelyezhetők más programokba. Beiktattunk egy adatmentési funkciót is a programba, hogy a kiszámított jellemzők táblázatokban történő rögzítése automatikusan megtörténjen. Bizonyos üzemi jellemzőknél napi összesített értéket számolunk (napi globálsugárzási

3. ábra: SPSS-ben készített diagramm



Forrás: Saját forrás

Figure 3: Figure in Spss
time of measurement (hour:minute)(1)

energia, egyen- és váltóáramú munka), melyet aggregálással végeztünk el. 2005. szeptemberben fejeztük be a tanszékünkön az erőműbe beépített napelemek összehasonlító vizsgálatát. Az eredmények értékelése jelenleg is folyik.

IRODALOM

- Farkas I. (2005): Fotovillamos napenergia-hasznosítás. SZIE Fizika és Folyamirányítási Tanszék, Gödöllő, 3-25.
- Grasselli G. (2004): Biomassza erőmű megvalósíthatósága és térségfejlesztő hatása, Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés és Agrárinformatika nemzetközi konferencia, Debrecen
- Huzsvai L. (2004): Statisztika és Számítógépes Adatfeldolgozás – SPSS alkalmazások. www.agr.unideb.hu/~huzsvai/spsskonyvphd.pdf
- Kacz K.-Neményi M. (1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 20-50.
- Marosvölgyi B. (2004): Országjelentés a szilárd biotüzelőanyagok magyarországi helyzetéről. Sopron.
- Martin, P.-Guido, R.-Wolfram, K.-Ole, L.-Joachim, N.-Franz, T. (2002): Erneuerbare Energien und Nachhaltige Entwicklung. Berlin. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 14-54.
- Martin, P.-Guido, R.-Wolfram, K.-Ole, L.-Joachim, N.-Franz, T. (2004): Erneuerbare Energien und Innovationen für die Zukunft. Berlin. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 37-42.
- Szász G. (1992): Agrometeorológia. Debreceni Egyetem, ATC, Debrecen, 19-78.
- <http://vg.hu/index.php?apps=cikk&cikk=104643&fr=hk>
- http://www.origo.hu/uzletinegyed/hirek/vilaggazdasag/20051107a_vilag.html
- <http://www.origo.hu/uzletinegyed/hirek/hazaihirek/20050926munkahelyet.html>