

A Debreceni Egyetem Géptani fotovillamos erőművének bemutatása

Szecksó Zoltán – Grasselli Gábor

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Géptani Tanszék, Debrecen
szeckszo@helios.date.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Az energia a mindennapi életben, illetve a gazdasági életben is meghatározó jelentőséggel bír. A fosszilis tüzelőanyagok használata nagymértékben károsítja a környezetet és korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésre. Ezért indokolt, hogy az energia előállítás során egyre nagyobb részarányban alkalmazzunk megújuló energiaforrásokat (nap, szél, víz, biomassza). A napból nagy mennyiségű energia (1150-1300 kWh/m²) érkezik a földre, melyet passzív és aktív módon lehet hasznosítani. Az aktív hasznosítás egyik módja a fotovillamos áramtermelés, amely során napelemek felhasználásával közvetlenül villamos energiát állítunk elő, melyet közvetlenül a hálózatba lehet táplálni.

Kulcsszavak: napenergia, napelem, fosszilis tüzelőanyag

SUMMARY

Energy plays an important role in everyday life and in the economy. The use of fossil energy sources greatly damages the environment. Besides this, the quantity of these energy sources is limited. Therefore, it is important to increase the share of renewable energy sources (solar, wind, water, biomass) in energy generation. Huge amounts of energy (1150-1300 kWh/m²) arrive at the earth from the sun, which 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 the grid.

Keywords: sun energy, PV-Panel, fossil energy

Az energia, amely a gazdasági fejlődés egyik legfontosabb eleme, minden ország életében központi szerepet tölt be. A világ éves energiafelhasználása 410 EJ körül mozog. A hagyományos energiaellátás alapját a fosszilis energiahordozók adják. A rendelkezésre álló tartalékok becslött mennyisége kb. 32.600 EJ. Melyeknek csak az 1/6 része található meg kőolaj formájában (Martin et al., 2002). A fosszilis energiatartalékok összetételét és várható felhasználásuk időtartalmát mutatja be az 1. táblázat.

Számos szakértő szerint, ha feltételezzük, hogy a kőolaj felhasználás üteme változatlan marad, akkor ezek a tartalékok még hozzávetőleg 40-42 évre elegendőek (Martin et al., 2002). Az olajipari szakértőkből, tudósokból álló szervezet (ASPO Association for the Study of Peak Oil) szerint a világ olajkitermelése elérkezett, vagy a nagyon közeli jövőben elérkezik a csúcshoz, és már nem növelhető. A kitermelés 2003-ban nagyjából 3,6 milliárd tonna volt, azaz véget ér az olcsó olaj időszaka és jelentősebb olajár emelkedéssel kell számolni (Vass, 2004).

A fosszilis energiahordozók elégetésekor, felhasználásakor jelentős mennyiségű szennyezőanyag, pl. szén-monoxid, szén-dioxid, kén-dioxid, nitrogén-oxid, korom kerül a levegőbe (Martin et al., 2004). Ezen a káros anyagokat és a légkörre gyakorolt hatásukat foglalja össze a 2. táblázat.

Légköri szén-dioxid mennyiségét, évmilliókon keresztül természetes folyamatok tartották többé-kevésbé állandó értéken. Az ipari forradalom kibontakozásával, egyre nagyobb mennyiségű szén-dioxid került a légkörbe, ma már évente csaknem 20 milliárd (Haszpra, 1996).

1. táblázat

A fosszilis energiatartalékok összetétele

Energiahordozó típusa(1)	Megoszlás (%) (8)	Rendelkezésre állás ideje (év)(9)
Barnaszén(2)	6	180-200
Kőszén(3)	39	160-170
Kőolaj(4)	18	40-42
Egyéb kőolajfélések (pl. nehézőolaj, olajpala)(5)	16	70-80
Földgáz(6)	15	60-65
Nukleáris fűtőanyagok (pl. urán)(7)	6	35-40

Forrás: Saját összeállítás

Table 1: The structure of the fossil energy sources

The type of the energy sources(1), Brown cabbage(2), Stone cabbage(3), Oil(4), Other petroleum type(5), Natural gas(6), Nuclear energy sources(7), The structure (%) (8), Use possibility of year(9)

A fosszilis energiahordozók égéstermékai és légköri hatásuk

Megnevezés(1)	Forrás(2)	Hatása a légkörben(3)
Nitrogén-oxidok(4)	közlekedés, repülőgépek, műtrágyagyártás(8)	salétromsav képződés, savas esők, ózontbontás, szmog(10)
Kén-dioxid(5)	fosszilis tüzelőanyagok égetése, közlekedés(9)	kénsavképződés, savas esők(11)
Szén-monoxid(6)	fosszilis tüzelőanyagok égetése, közlekedés(9)	egészségártalom, üvegházhatás(12)
Szén-dioxid(7)	fosszilis tüzelőanyagok égetése, közlekedés(9)	üvegházhatás(13)

Forrás: Haszpra, 1996

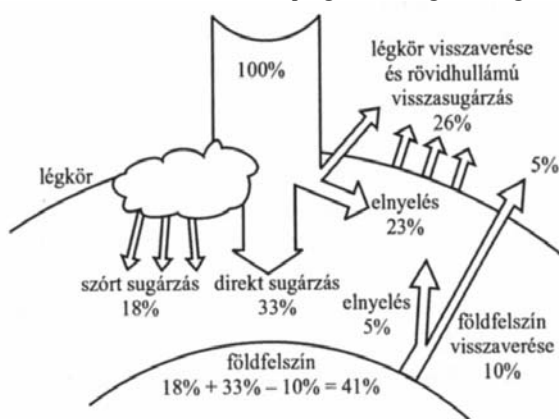
Table 2: The byproducts and the effect of the fossil energy sources

Type of byproduct(1), Would swell(2), The effect on the atmosphere(3), Nitrogen-oxides(4), Sylph-oxide(5), Coal-oxids(6)(7), Traffic, airplanes, production of fertilizers(8), Combustion of fossil energy sours, traffic(9), Formation of nitric acid, sourly rain, lesion of ozone(10), Formation of vitriolic, sourly rain(11), Glass-house effect, injury to health(12), Glass-house effect(13)

Magyarország energiahordozókban szegény ország, importra szorul (www.onkorkep.hu/10_05/armanko.htm). Az ország energiafelhasználása az olajválságot megelőző időszakban, gyors ütemben növekedett, majd pedig lelassult (László, 2003). A hagyományos energiahordozók felhasználásával együtt járó káros környezeti hatások, valamint a klímaváltozás káros hatásainak a mérséklésében nagy szerepe lehet a megújuló energiaforrások széleskörű felhasználásának. A középtávú felhasználása szempontjából irányadónak tekinthető a 1997. novemberében, az EU Bizottság által kiadott „Fehér Könyv”, mely szerint a megújuló energiaforrások használatát 2010-re az EU-ban 12%-os mértékre kell növelni és ennek érdekében támogatási lehetőségeket kell biztosítani az elterjedés elősegítésére. 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. Ez ma Magyarországon 3,6%, amelyből legnagyobb arányban a szilárd biomassa részesedik (Marosvölgyi, 2004) és energiapolitikai elvárás ennek megduplázása 2010-re (Bohoczky, 2003).

A földi életnek az alapját a napsugárzás képezi. A nappól a föld légkörének a külső határára csaknem állandó 1352 W/m² sugárzás érkezik. Ennek a sugárzásnak azonban csak egy része éri el a földfelszínt. Az átlagos energiamérleg alapján a sugárzásnak kb. 23%-át a légköri gázok elnyelik, kb. 26%-a visszaverődik, kb. 51%-a éri el a földfelszínt direkt vagy szórt sugárzás formájában. A napsugárzás földi energiamérlegét szemlélteti az 1. ábra (Szász, 1992).

1. ábra: A földre érkező napsugárzás energia mérlege



Forrás: Szász, 1992

Figure 1: On radiation out from the sun

A globális sugárzásnak a mértéke hazánkban 250-1000 W/m² között alakul. A sugárzás erősségéből és az évi napsütéses órák számából meghatározható a globális sugárzási energia éves összege, amelynek értéke hazánk területén 1150-1300 kWh/m². A napenergia lehetséges hasznosítási módjait mutatja be a 3. táblázat.

Fotoelektromos napenergia hasznosítás lényege, hogy a napelemek a napsugárzást közvetlenül elektromos energiává (egyenárammá) alakítják át. A ma használt napelemek többsége szilícium kristályokból épül fel. A napelemek gyártásánál használható félvezető típusokat mutatja be a 4. táblázat.

Napenergia hasznosítás lehetséges módjai

Hasznosítási mód(1)	Mezőgazdasági alkalmazás lehetőségei(2)
Passzív(3): Az épület szerkezeti kialakításával, adott anyagfeladások beépítésével hasznosul a napenergia(4)	– üvegházak(8) – fóliasátrak(9)
Aktív(5): 1. Fotoelektromos (villamos energiatermelés): a napsugárzásból közvetlenül elektromos energiát nyerünk(6)	– öntöző- és itatóvíz biztosítás(10) – épületfűtés(11) – szálas-, szemes termények és dohány szárítás(12) – szőlő- és gyümölcsaszalás(13)
2. Fototermikus: napkollektorok a napsugárzást hővé alakítják át(7)	– használati melegvíz előállítás(14) – épületfűtés(11)

Forrás: Kacz és Neményi, 1998

Table 3: The use of the solar power in the agriculture

Exploitation(1), Use in agriculture(2), Passive(3), With the aid of building materials is transformed the sun energy(4), Active(5), The solar radiation is transformed directly current(6), Suncollector(7), Glass-house(8), Foil-house(9), Water delivery(10), Building heating(11), Fruit, crop, corn, stove drying(12), Torrefy(13), Warm water production(14)

A napelem előállításánál használt félvezetők

Félvezető típusa(1)	Hatásfok(2)	Megjegyzés(3)
Szilícium-oxid(4)	6-19	Legelterjedtebb(8)
Kadmium-szulfid(5)	5-6	Igen alacsony hatásfok(9)
Gallium-arsenid(6)	22-26	Gallium magas ára miatt kevésbé elterjedt(10)
Kadmium-tellurid(7)	6-7	Előállításánál magas a fajlagos anyagfelhasználás, drága előállítás(11)

Forrás: Saját összeállítás

Table 4: Used semiconductors in the PV-Panel production

Type of the semiconductor(1), Effect of degree(2), Comment(3), Silica(4), Cadmium-sulphide(5), Gallium-arsenid(6), Kadmium-tellurid(7), Width distribution(8), Low effect degrees(9), Low distribution(10), Because of the high price of gallium, high manufacture price and high material consumption(11)

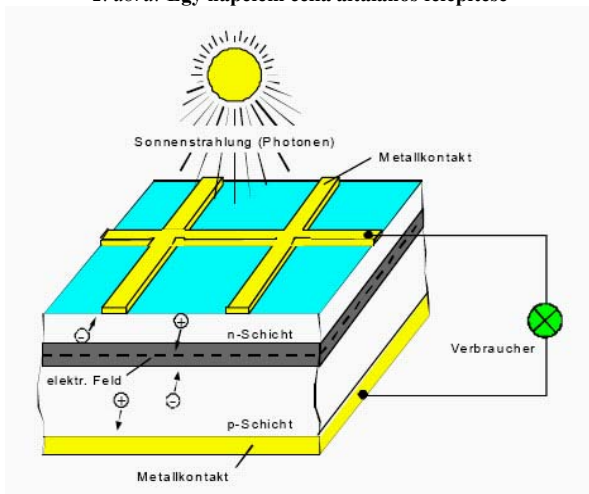
Minden napelem cellában két különböző (egy pozitív, egy negatív) módon szennyezett félvezető réteg van. Szennyezőanyagként igen gyakran bórt vagy foszfort használnak. A negatív réteget foszforral szennyezik, amely a vezető elektronokat tartalmazza, míg a pozitív réteget bórral, amelyben a pozitív töltéslukák találhatók. Egy napelem cella általános felépítését mutatja be a 2. ábra.

A két réteget ezután összekapcsolják. Az elektromos áramot a negatív töltéshordozók rendezett áramlása hozza létre. A napsugárzással érkező fotonok energiája mozditja ki a vegyértéksávból a vezetési sávba az elektronokat, amelyeket fémlektrodákkal vezetnek el az elem felületéről. Az elektrodák fogyasztón keresztül, összekapcsolásánál az áramkörben egyenáram folyik (László, 2003). Egy ilyen cella kapcsolási vázlatát mutatja be a 3. ábra.

A Debreceni Egyetem Géptani Tanszékén 2002-ben kezdődtek meg a megújítható energiaforrásokkal kapcsolatos kutatások. Alapvető célkitűzés volt, hogy a tanszék Oktató-Kutató bázisán alakítsunk ki egy olyan bemutató centrumot, ahol a hallgatók, oktatók és a téma iránt érdeklődők átfogó képet kaphatnak ezeknek az energiaforrásoknak a felhasználási lehetőségeiről, illetve a felhasználáshoz szükséges technológiai megoldásokról. Ennek a fejlesztésnek az első állomása volt a fotovillamos erőmű 2004. szeptemberi átadása.

A Debreceni Egyetem fotovillamos erőművének a felépítési vázlatát mutatja be a 4. ábra.

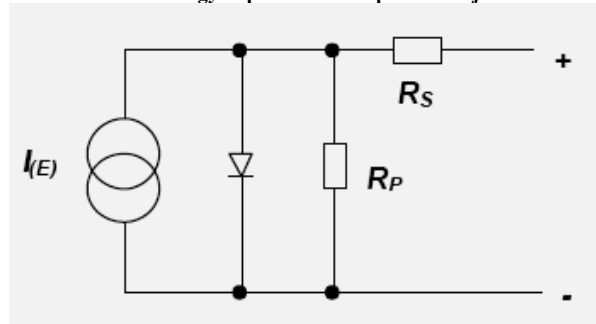
2. ábra: Egy napelem cella általános felépítése



Forrás: TÜV Hessen GmbH, 2004

Figure 2: The general structure of the PV-Panel

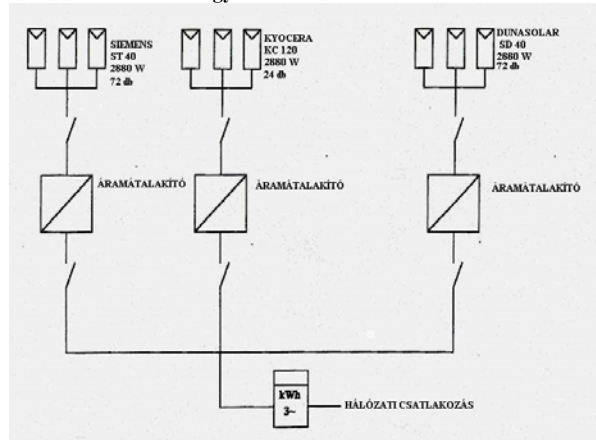
3. ábra: Egy napelem cella kapcsolási rajza



Forrás: TÜV Hessen GmbH, 2004

Figure 3: The connection the PV-Panel

4. ábra: Debreceni Egyetem fotovillamos erőművének vázlata



Forrás: Saját forrás

Figure 4: Debrecen universities solar energy power plant

Az erőműbe három különböző típusú (Siemens, Dunasolar, Kyocera) napelem került beépítésre. Az elemeket a tanszék Oktató-Kutató bázisán található épület tetején helyezték el horganyzott állványzaton. Az épületben kialakításra került egy vezérlőterem, melyben az üzemeltetéshez szükséges egyéb berendezéseket helyezték el, pl. áramátalakítók, adatgyűjtők, biztosító berendezések. Ebben a teremben csatlakozik a fotovillamos erőmű az egyetem elektromos hálózatához. A rendszer teljesítménye 8,64 kW. A beépített napelemek fontosabb jellemzőit az 5. táblázat mutatja be.

A napelemek által megtermelt egyenáramot áramátalakítók (Sunny Boy) 380 V-os váltóárammá alakítják át, amely közvetlenül betáplálásra kerül az egyetem elektromos hálózatba.

A beépített modul típusok jellemzői

Napelem típusa/db(1)	Kristály-szerkezet(2)	Névleges teljesítmény, Wp(3)	Hatásfok, %(4)	Megjegyzés(5)
Dunasolar DS-40 72 db	amorf	40	5-9	Esztétikus megjelenés, kis tömeg, sérülékeny, bonyolult szerelhetőség(6)
Kyocera KC 120 24 db	poli	120	12-15	Jó sugárzáselnyelő képesség(7)
Siemens ST40 72 db	mono	40	15-17	Káros környezeti hatásoknak jól ellenáll, könnyű szerelhetőség(8)

Forrás: Saját összeállítás

Table 5: The characteristics the incorporated Pv-Panel

Type and number of the PV-Panel(1), Crystal structure(2), Achievement(3), Effect degree(4), Comment(5), Heavy installation, low weights(6), Good absorbability(7), Good installation, good reliability(8)

A rendszer működtetését egy számítógépes szoftver (Sunny Data Control) segítségével szabályozzuk, amellyel az üzemeltetés és az ellenőrzés szempontjából fontosabb adatokat modul típusonként (feszültség, áramerősség, pillanatnyi termelés, teljesítmény, napi energiatermelés, a pillanatnyi műszaki állapot, üzemzavarok jellege, időtartama) lehet rögzíteni meghatározott időközönként. A rendszerhez tartozik egy meteorológiai állomás is, amely áll egy kombinált hőmérséklet- és légnedvesség mérőből, pyranométerből, kanalas szélsébség- és széliránymérő berendezésből. Az adatfeldolgozást, értékelést táblázatkezelő programokkal lehet elvégezni.

Az 5., 6., 7. ábra mutatja az erőmű különböző moduljainak a napi átlagteljesítményét szeptember hónapban.

A fotovillamos áramtermelés felhasználása a mezőgazdaságban jelentős.

Elsősorban a már kiépített elektromos távvezeték hálózattól távol eső területeken indokolt az alkalmazása. Az így előállított elektromos áramot közvetlenül fel lehet használni, pl. villanypásztor működtetéséhez, állatok számára fűt kutakból ivóvíz kinyerésére, de tárolást követően más területeken is. Fontos hangsúlyozni, hogy a rendszer üzemeltetése teljesen automatizálható, a meghibásodás lehetősége, karbantartási igénye csekély.

5. ábra: Napi átlagteljesítmény szeptemberben a Dunasolar elemeknél

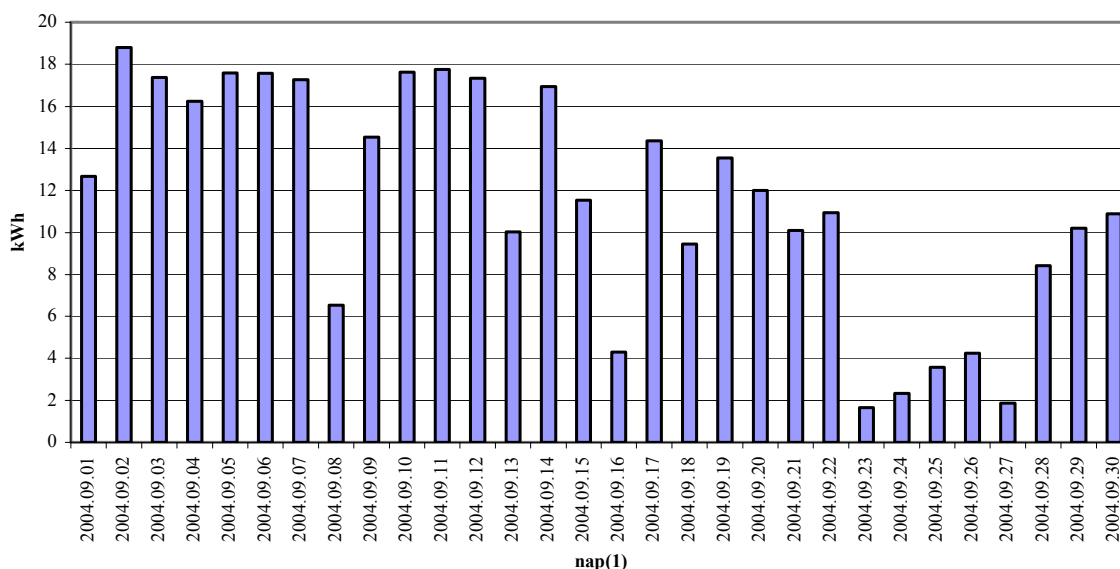


Figure 5: Average daily output in September in Dunasolar day(1)

6. ábra: Napi átlagteljesítmény szeptemberben a Kycocera elemeknél

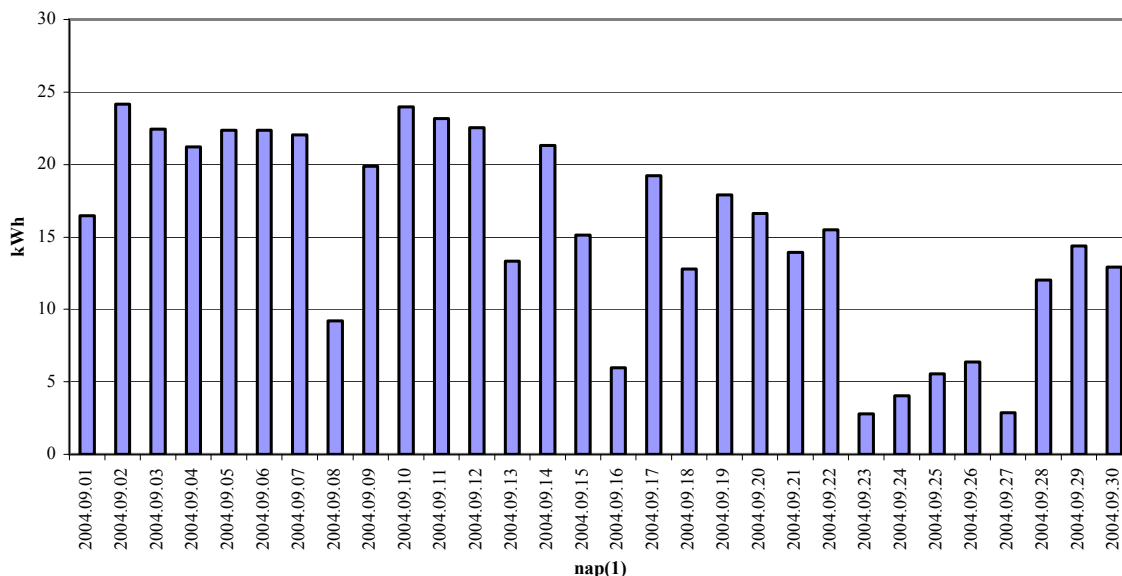


Figure 6: Average daily output in September in Kycocera day(1)

7. ábra: Napi átlagteljesítmény szeptemberben a Siemens elemeknél

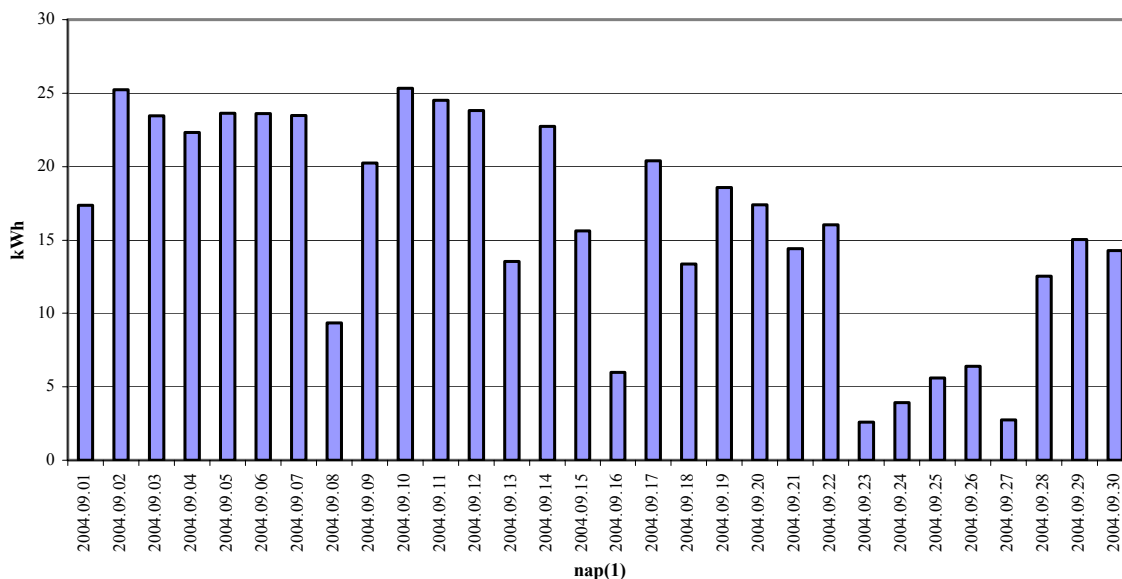


Figure 7: Average daily output in September in Siemens day(1)

IRODALOM

Bohoczy F. (2003): Megújuló energiaforrások helyzet az EU-ban és Magyarországon. (http://212.108.197.140/dokk/main/gmk/energetika/publikaciok/meguj_energ0.html)
 Haszpra L. (1996): Üvegházhatású gázok a légkörben. Természet világa, 1. Magyar Hivatalos Közlönykiadó, Budapest, 11-15.
 Kacz K.-Neményi M. (1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 20-50.
 Krupp É. (2002): Globális felmelegedés. Házidolgozat, Gábor Dénes Főiskola, Debrecen
 László A. (2003): Energiagazdálkodás. In.: Géptan. (Szerk.: Szendrő P.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 61-93.
 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.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 14-54.
 Martin, P.-Guido, R.-Wolfram, K.-Ole, L.-Joachim, N.-Franz, T. (2004): Erneuerbare Energien und Innovationen für die Zukunft. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 37-42.
 Szász G. (1992): Agrometeorológia. Debreceni Egyetem ATC, Debrecen, 19-78.
 Vass L. (2004): Vége az olcsó olaj korának. (www.origo.hu/uzletinegyed/hirek/vilaggazdasag/20040611olaj.html)
 Technische Überwachung Hessen GmbH (2004): Photovoltaik – Anlagen. Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten Abteilung Energie und Atomaufsicht, Wiesbaden, 1-11.