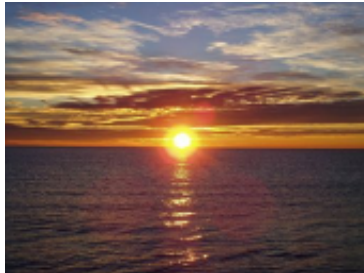


# Hogyan is lopjuk a napot!?

**Mezei Zsolt és**



**Szász István**

**Bolyai Farkas Elméleti Líceum**

**Felkészítő tanár: Szász Ágota**

**Mentor: Papp Sándor,**

**Sapientia - Erdélyi Magyar Tudományegyetem**

**TUDEK 2009**

# Tartalomjegyzék

|  |    |
|--|----|
| 1. Bevezető .....                      | 3  |
| 2. A Föld energia helyzete .....       | 3  |
| 2.1. Energiatermelés napjainkban ..... | 3  |
| 2.2. Környezeti hatások.....           | 3  |
| 3. Megújuló energiaforrások .....      | 4  |
| 4. Napenergia .....                    | 4  |
| 4.1. Napsugárzás .....                 | 5  |
| 4.2. Napelemek.....                    | 5  |
| 4.3. Napkollektorok.....               | 6  |
| 5. A kísérlet .....                    | 6  |
| 5.1. Mérések .....                     | 7  |
| 5.1.1. Álló helyzetű napelemmel .....  | 7  |
| 5.1.2. A nap járását követve.....      | 7  |
| 5.2. Önellátó ház.....                 | 7  |
| 5.3. Következtetések .....             | 8  |
| 6. Melléklet.....                      | 9  |
| 6.1. Ábrák .....                       | 9  |
| 6.2. Táblázat .....                    | 14 |
| 6.3. Grafikonok .....                  | 15 |
| 6.4. Forrásanyag .....                 | 16 |

# 1. Bevezető

A XXI. századi társadalom egyik legfontosabb eleme az energia. Ettől függ az élelmiszeripar, a fűtés, a vízellátás, a közlekedés, nem beszélve a mindennapokat megkönnyítő háztartási gépekről. Villamos energia nélkül az élet szinte elképzelhetlenné vált. (1. ábra)

Kezdetben a villamos energia előállításához csak szén használtak. A modern technológiák fejlődésével egyre hatékonyabban tudjuk ezt az energiát előállítani. Más energiahordozókat, mint például a kőolajat, a földgázt, a nukleáris energiát is használunk. Az energiatermelés hatékonyságával ugyanakkor az iránta való igény is folyamatosan nő. Ezért fontos, hogy az energia termelése és szállítása egyre olcsóbb, magasabb hatásfokú legyen, és ezzel egyidőben a természetet is kíméljük.

## 2. A Föld energia helyzete

### 2.1. *Energiatermelés napjainkban*

A *fosszilis tüzelőanyagok*<sup>1</sup> a világ energiatermelésének körülbelül 80%-át adják. A kőolaj amellet, hogy a legfontosabb energiaforrás a világgazdaság alapját is képezi (2. ábra). Az iránta való igény egyre nő, de a kitermelése stagnál. Nagyon drága infrastrukturális fejlesztésekre lenne szükség, hogy ezt növeljék. Bár a szakértői vélemények különböznek a pontos időpontról, vannak, akik 5-10 évre teszik az olajtartalékok elfogyását, mások szerint több száz évig is elegendők, azzal mindenki egyetért, hogy a kitermelésük egyre nehezebb, és hamarosan el fogjuk érni azt, hogy a kinyerésük drágábbá fog kerülni, mint amennyi hasznuk van.(3.-4. ábrák)

### 2.2. *Környezeti hatások*

Az energiafogyasztás hatásai is összetettek, a kitermelés, az átalakítás, a szállítás és a felhasználás is szennyezi a környezetet (5. ábra).

Az urán, a szén, a kőolaj és a földgáz kitermelésének helyén jelentkező környezeti károk minden egyes energiahordozónál és kitermelési technológiánál más és másfélék. Az urán és szénbányászat visszafordíthatatlan és jelentős károkat okoz a Föld felszínén. A kőolaj- és földgáz-kutak mentén pedig szinte elkerülhetetlen az energiahordozó szivárgása, elfolyása.

Mivel az energiahordozókat csak a legkritább esetben használják fel eredeti formájukban a helyszínen, mindenképpen szükség van a szállításukra és az átalakításukra. Az urán dúsítása, a kőolaj finomítása energiaintenzív tevékenységek, ráadásul nagyfokú technológiai pontosságot igényelnek.

Az energiahordozók eltüzelésének, az energia átalakításának hatásfoka a legtöbb esetben nem kielégítő, ennek oka a berendezések korszerűtlensége, míg a felhasználó oldaláról jelentkező hanyagság, nemtörődömség okozza a felesleges energiapazarlás 10-15%-át.

---

<sup>1</sup> szén, kőolaj, földgáz

Energiahatékony berendezések vásárlásával és nagyobb odafigyeléssel az előző két tényező csökkenthető.

Az energiafelhasználás során a legfontosabb környezetvédelmi kérdés az eltüzelés során jelentkező füstgázok keletkezése. A széndioxid, a kén- és nitrogén-oxidok, egyéb szennyezőanyagok az ipari termelés és a lakossági fogyasztás növekedésével évente egyre növekvő mértékben jutnak a légtérbe (6.-7. ábrák).

A felesleges energia nemcsak plusz költséget okoz, hanem növeli a CO<sub>2</sub> és egyéb üvegház gázok (metán (CH<sub>4</sub>) és a dinitrogén oxid (N<sub>2</sub>O) stb.), szennyezőanyagok kibocsátását, csökkenti az értékes fosszilis tüzelőanyagok még meglévő készleteit.

Tudományos jóslatok szerint ezeknek a gázoknak az együttes koncentrációja 2030-ra eléri a szén-dioxidban megadott 560 ppm-es értéket, ami az iparosodás előtti szint kétszerese.

### 3. Megújuló energiaforrások

A megújuló energiaforrásnak nevezzük azon természeti jelenségeket, melyekből az energia úgy nyerhető ki, hogy jelentősebb emberi beavatkozás nélkül legfeljebb néhány éven belül az újratermelődik. Ilyen **alternatív energiaforrások**: biogáz, szél-, víz-, geotermikus és napenergia (8. ábra). Az alternatív energiaforrások jelentősége, hogy használatuk összhangban van a fenntartható fejlődés alapelveivel, és nem okoznak környezet szennyezést. Alternatív energiaforrás egy olyan energiahordozó, amelyből a jelenleg használatos szénhidrogének alternatívájaként valamilyen energiát<sup>2</sup> tudunk kinyerni.

Napjainkban a befektetések egyre jobban a megújuló energiákat alkalmazó vállalkozások felé orientálódnak. Egyetlen módon menthetjük meg környezetünket és válhatunk függetlenné a fosszilis energiahordozóktól, ha rendületlenül kutatjuk - keressük az alternatív energiaforrásokat.

Bár a Nap kínálta lehetőségek mellett eltörpül bármely más megújuló forrás, a világszerte termelt energiának egyelőre csak csekély töredékét adja a **szolárenergia** (0,02% ) – még a teljes felhasználás ezrelékét sem fedezi, s így jóval elmarad az olcsóbb vízi vagy szélenergia részarányától (14. ábra).

### 4. Napenergia

A Naptól érkező energia hasznosításának két alapvető módja létezik: a passzív és az aktív energiatermelés. Naperóművekben alakítják át a napenergiát elektromos árammá (9. ábra).

**Passzív hasznosítás**kor az épület tájolása és a felhasznált építőanyagok a meghatározóak. Ilyenkor az üvegházhatást használjuk ki hőtermelésre. Alapjában véve passzív napenergia-hasznosító minden olyan épület, amely környezeti adottságai, építészeti kialakítása következtében képes használni a Nap sugárzását, mint energiaforrást. A passzív napenergia-hasznosítás főként az átmeneti időszakokban működik, vagyis akkor, mikor a külső hőmérséklet miatt az épületen már/még hőveszteség keletkezik, de a napsugárzás még/már jelentős.

---

<sup>2</sup> hő-, mozgási-, villamosenergia

Az *aktív energiatermelésnek* két módja van. Első módszer, hogy a napenergiát hőenergiává alakítjuk. A jellegzetes napenergia hasznosító épületeken nagy üvegfelületek néznek déli irányba, melyeket estére hőszigetelő táblákkal fednek. Az üvegezésen keresztül a fény vastag, nagy hőtároló képességű padlóra és falakra esik, melyek külső felületei szintén hőszigeteltek, így hosszú időn át képesek tárolni az elnyelt hőt. A hőenergia „gyűjtése” és tárolása főképp *napkollektorokkal* történik. Ez az a berendezés, ami elnyeli a napsugárzás energiáját, átalakítja hőenergiává, majd ezt átadja valamilyen hőhordozó közegnek.

A másik módszerrel – az ún.  *fotovoltaikus eszköz*, vagyis napelem segítségével – a napsugárzás energiáját elektromos energiává alakítjuk. Magyarországon 2007 augusztusában telepítettek először napkollektort panelházra, a miskolci Avas egyik 50 lakásos házára (8. ábra).

**Előnyei:** Ha már egy napenergia hasznosító szerkezet telepítve van, maga az energia "ingyen van". Nem függ beszállítótól, nem vonható embargó alá, csökkenti a más országoktól való energiafüggőséget.

**Hátrányai:** A napenergia időbeli eloszlása és intenzitása csak korlátozott mértékben tervezhető előre. Megoszlása szezonális (legnagyobb mennyiségben nyáron áll rendelkezésre. Hasznosítása jelentős beruházásigénnyel jár, ami komoly megtérülési számításokat követel, úgy pénzügyi, mint környezetterhelési szempontból. Környezetterhelés alatt értjük a beruházás kivitelezése, működtetése, leszerelése folyamán szükséges összes erőforrást, illetve keletkező környezetszennyezést.

## 4.1. Napsugárzás

*Hatvanezerszer több napenergia éri a Földet, mint amennyi a világ áramszükséglete.* Ebből a folyamatosan áradó energiából még a mai módszerekkel is sokszorosan fedezhetnénk igényeinket - de az új infrastruktúra kiépítése egyelőre még jóval drágább, mint a fosszilis tüzelőanyagok égetése. A műholdas adatok alapján készült térkép elárulja, hogy nem igazán verőfényes országokban használják a legtöbb napenergiát – hanem ott, ahol jut rá pénz, mint Németországban (11. ábra). A költségek folyamatos csökkentése viszont kedvezhet a szubtrópusi fejlődő országoknak, ahol egy beruházás gyorsan megtérülhet a tartós napsütés miatt. A világ legjobb napenergia-tartalékai nagyrészt még kiaknázatlanok.

## 4.2. Napelemek

A napelemek olyan szilárdtest eszközök, amelyek a fénysugárzás energiáját közvetlenül villamos energiává alakítják.(12. ábra) Az energiaátalakítás alapja, hogy a fény elnyelődésekor mozgásképes töltött részecskéket generál, amiket az eszközben az elektrokémiai potenciálok, illetve az elektron kilépési munkák különbözőségéből adódó beépített elektromos tér rendezett mozgásra kényszerít. A fotovoltaikus elemek abban különböznek a napelemektől, hogy árnyékban is képesek áramot termelni, nem csak napsütésben. A napelemekre általában 25 év a garancia, de ez sokszor 40 év is lehet. A napenergia hasznosításában hosszabb távon számottevő növekedés várható.

A napelemekből kinyerhető *teljesítmény* függ a fény beesési szögétől, a megvilágítás intenzitásától, és a napelemre csatolt terheléstől. A fény intenzitását kevéssé tudjuk befolyásolni, míg a másik két paraméter elméletileg kézben tartható.

A napelem beépítése szerint lehet **rögzített** vagy **napkövető** jellegű. Ahhoz, hogy egész nap az időjárás által megengedett maximális teljesítménnyel tudjuk gyűjteni a napenergiát, a nappal folyamán vízszintesen forgatnunk, függőlegesen bólintanunk kell a napelemet, úgy, hogy a napsugár beesési szöge a lehető legkisebb mértékben térjen el a merőlegetől. Ehhez plusz elektronikát és mechanikus elemeket kellene felhasználnunk, és a telepítési hely megválasztására is nagyobb gondot kell fordítani. Ellenben a rögzített beépítésnél elegendő a (tervezéskor már jól betájtolt) ház tetőszerkezetét felhasználnunk a napelemek tartójának.

Az optimális besugárzásra beforgatott napelem-modul sem fog mindig maximális teljesítményt szolgáltatni, mivel a besugárzás mértéke több okból is változhat, lecsökkenhet (például, lemegy a Nap vagy eltakarják a felhők stb.). Mivel a fogyasztóinkat folyamatosan szeretnénk üzemeltetni, viszont a napelem nem tud folyamatosan energiát biztosítani, valamilyen **energiatároló puffert**<sup>3</sup> kell alkalmaznunk a rendszerben, amivel áthidalhatjuk az alacsonyabb napfény-intenzitású időszakokat. Az energia hasznosításának másik útja, amikor **invertert** alkalmazunk. Az inverter a napelem egyenáramát váltakozó árammá alakítja át, és visszatáplálja a hálózatba. A visszatáplálás természetesen a hálózat periódusával szinkronizálva lehetséges.

A teljesítmény növelésének egyik módja sok apró lencse alkalmazása, amelyek a napfényt, a beesési szögtől függetlenül, a napelemekre fókuszálják.

### 4.3. Napkollektorok

A napkollektor olyan épületgépészeti berendezés, amely a napenergia felhasználásával közvetlenül állít elő fűtésre, vízmelegítésre használható hőenergiát (13. ábra). Fűtésre való alkalmazása az épület megfelelő hőszigetelését feltételezi és általában csak tavasszal és ősszel, mint átmeneti, illetve télen, mint kiegészítő fűtés használatos. Hőcserélő közege jellemzően folyadék, de a levegőt használó változatai is elterjedtek. A hétköznapi nyelvben gyakran összetévesztik a napelemmel, amely a napsugárzást elektromos energiává alakítja.

A napkollektor **fényelnyelő**<sup>4</sup> rétegét abszorbernek is nevezik. Ez a réteg a fény elnyelése által melegszik fel, majd a hőt egy csőkígyón át vezetik el – általában szivattyúval. A csőkígyó másik oldalán hőszigetelő réteg van fokozandó a hatékonyságot, illetve megakadályozandó az átégetést.

Derült, napos időben hozzávetőleg 1 kW erősségű sugárzás érkezik minden négyzetméternyi felületre. Az éves, átlagos napsugárzás Magyarországon 3,17 kWh négyzetméterenként naponta.

## 5. A kísérlet

A napelemek tanulmányozása során megtudtuk, hogy nagyobb hatásfokot lehet elérni, ha az elemet a napsugarakkal merőleges irányba forgatjuk. Kísérletünkben összehasonlítottuk az álló helyzetű és a forgatott fotovoltaikus eszköz energiatermelését.

A méréseket egy 0,6 m<sup>2</sup>-es polikristályos szilícium napelemmel végeztük, melynek az elektromotoros feszültség 24 V, és ideális körülmények között leadott teljesítménye 13W. Az elem méretei: 90 cm\*70 cm. Az adatok méréséhez egy National Instruments USB-6008 típusú

---

<sup>3</sup> átmeneti energiatároló

<sup>4</sup> fényt nem visszaverő festékekkel bevont, matt, fekete

adatbegyűjtő kártyát használtunk. A kártyát működtető programot LabWindows/CVI 9.0 szoftverben írtuk meg (c++ nyelven) (15.ábra). 5 másodperc alatt kb. 100 adatot mértünk melyet átlagoltunk, és lementettük a számítógép merevlemezére (ez naponta 17282 adatot jelent, de ebből csak 9000 értéket használtunk fel, amikor sütött a nap).

## **5.1. Mérések**

Az első méréseket október 15.-től 20.-ig végeztük. A napelemet a tanári ablakához rögzítettük. Az adatokat ábrázolva észrevettük, hogy a feszültség a hajnali órákban hirtelen elkezd nőni (9 körül éri el a maximumot, ettől kezdve már csak kis mértékben változik) és napnyugta előtt 1-2 órával kezd el hirtelen csökkenni, napnyugtakor éri el a 0-t. A túlságosan ideális grafikonból rájöttünk, hogy a napelemet nem terheltük le, és így az elektromotoros feszültséget mértük, nem pedig a kapocsfeszültséget.

A 15.-e és 18.-a közötti napok grafikonja nagyjából azonos, 19.-én az ég kissé felhős volt, emiatt esik le néha a feszültség értéke. (1. grafikon)

### **5.1.1. Álló helyzetű napelemmel**

A napelem helyzetén nem változtattunk, rákötöttünk egy 50 ohm-os ellenállást. Így ki tudtuk számítani a valós teljesítményt. A mérést több napon keresztül végeztük, de a napok többségében borús volt az ég, szerencsére október 24.-én tiszta volt az égbolt, így ezt a napot elemeztük. A feszültség 12 óráig 2V-on stagnál, ezután kezd el nőni, 3 órakor éri el a maximális 10V-ot, majd 5 órakor csökken le 0-ra. A teljesítmény a feszültséggel egyenes arányban nő, illetve csökken. Az egész napos energiatermelés 3,6 Wh. (2. grafikon)

### **5.1.2. A nap járását követve**

A napelemet manuálisan forgattuk 5 alkalommal, ezáltal majdnem a maximális teljesítményt értük el, a grafikonra berajzoltuk az ideális ívet, amit akkor értünk volna el, ha az elemet géppel forgatjuk. Ezt sajnos nem tudtuk megvalósítani az idő hiánya miatt. A mérést technikai problémák miatt 9:20 perckor tudtuk elkezdni. A napelem már ekkor 6,5V feszültséggel működik, és csak 3 óra után megy ez alá. A kinyert teljesítmény 47Wh. Ez az álló helyzetű napelem 13-szorosa. (2. grafikon)

A grafikonon látható visszaesés 14:30-kor amiatt van, mert beálltunk a napelem elé egy fénykép erejéig (16.ábra).

## **5.2. Önellátó ház**

Elméleti síkon megalkottunk egy ökö-házat (10.ábra). Ez a ház hónaponta 300 kWh energiát fogyaszt el (ez a fogyasztás természetesen függ a ház méretétől, és a benne használt elektronikai cikkektől; természetesen egy panelház esetén ez az érték jóval kisebb, kb. 200kWh). A napelemes rendszerünket a [www.energiacentrum.com](http://www.energiacentrum.com) oldalról szereztük be. Napelem csúcsteljesítménye: 4000 W. Napelem felülete: 29,9 négyzetméter. Várható éves átlagos energiatermelés: 3839 kWh/év. Várható havi csúcs energiatermelés: 1050 kWh/hó. Tartozékok: 20db 200W magas hatásfokú, monokristályos napelem modul; szerelőkeret

ferdetetőre, elhelyezkedés 2 x 10 db; 1 db hálózati visszatápláló inverter; kábelek, csatlakozók. A rendszer ára 75000 RON. Ha módunkban áll, akkor forgathatjuk a napelemeket, és így pénzt és helyet spórolhatunk meg. Nagyjából 6 négyzetméter szabad terület és 20000 RON szükséges. Sajnos a napszakok és évszakok váltakozása miatt nem mindig akkor van jelen az energia, amikor a szükséglet jelentkezik. Ezért valamilyen módon a felesleges energiát tárolni kell. Az egyik módszer akkumulátor telepek létesítése, viszont ez költséges, az akkumulátorok élettartama rövid, és elhasználódásuk után nagyon károsítják a környezetet. A világ nagy naperőműveiben a felesleges energiával sóolvadékot melegítenek. A kálium- és nátrium-nitrát keverékét megvizsgálta az amerikai National Solar Thermal Test Facility is, amely több tanulmány elkészítése után azt találta, hogy a sóolvadék hőkapacitása a leghatékonyabb közvetítő anyaggá teszi a masszát. Sötétedés után a sóolvadék hőjéből nyerik vissza az energiát. Egy másik módszer az elektrolízis útján termelt oxigén és hidrogén eltárolása, majd úgynevezett üzemanyagcellákba újra egyesítése. A cella újra vízé alakítja az oxigént és hidrogént, ami során energia szabadul fel. Sajnos ezek a módszerek még nincsenek megfelelően kifejlesztve és beszerzésük igencsak költséges. A legésszerűbb megoldás az lenne, ha a rendszer a felesleges elektromos energiát inverter segítségével közvetlenül a közcélú villamos hálózatba táplálja. A visszatáplált energia szaldós<sup>5</sup> elszámolás alapján csökkenti az energiafogyasztást. Hasonló megoldást használ pl. Németország: a termelőktől 1 kWh-át 42 eurócentért vásárol fel a szolgáltató. Ökó-házunk éves energia számlája 1400 lei. 53 év alatt térülne meg a befektetés, álló helyzetű napelemmel, míg 14 év alatt, ha forgatjuk. Szerencsére az Európai Unió és a román állam is támogatja a napelemek használatát, ezért a kezdeti beruházási költségek jóval lecsökkenhetnek. Természetesen ilyen befektetéssel nem lehet gyorsan meggazdagodni, viszont annál hasznosabb a környezetünk, az egészségünk, és a természet számára, mivel 1,692 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátást előzünk meg vele évente.

### **5.3. Következtetések**

A világ fosszilis üzemanyag készletei végesek, és a környezetre kifejtett káros hatásuk miatt az emberiségnek minél előbb át kell térnie a megújuló energiaforrásokra. A legnagyobb és a legkiaknázatlanabb ilyen energiaforrás a nap.

A napelemek egyelőre drágák, és hatásfokuk alig 10-20%. A napelembe fektetett beruházás 53, illetve ha forgatjuk 14 év alatt térül meg (viszont élettartama rövidebb, mivel jobban ki van téve az időjárás viszontagságainak, pl. szél). Ezért az önkormányzatok különböző támogatásokat hirdetnek meg, hogy elősegítsék a napenergia felhasználását. Csak a kezdeti befektetés költsége, utána az energia ingyen van.

Sikerült mérésekkel alátámasztani, hogy a forgatott napelem több energiát termel, mint a rögzített helyzetű, az arányuk ugyan nem pontos a különböző tényezők miatt. Terveink közt szerepel, hogy újabb méréseket végezzünk mind rögzített helyzetű, mind forgatott napelemmel, és megoldjuk a napelem forgatásának automatizálását (egy számítógép és két motor segítségével). Így sokkal több mérést tudunk majd végezni és ez által pontosabb adatokat kapunk.

Szeretnénk megköszönni Szász Ágota tanárnőnek, valamint Papp Sándor és Jakab-Farkas László tanár uraknak a segítséget.

---

<sup>5</sup> a megtermelt energia értékét levonják a villanyszámlából



## 6. Melléklet

### 6.1. *Ábrák*



1. ábra



2. ábra



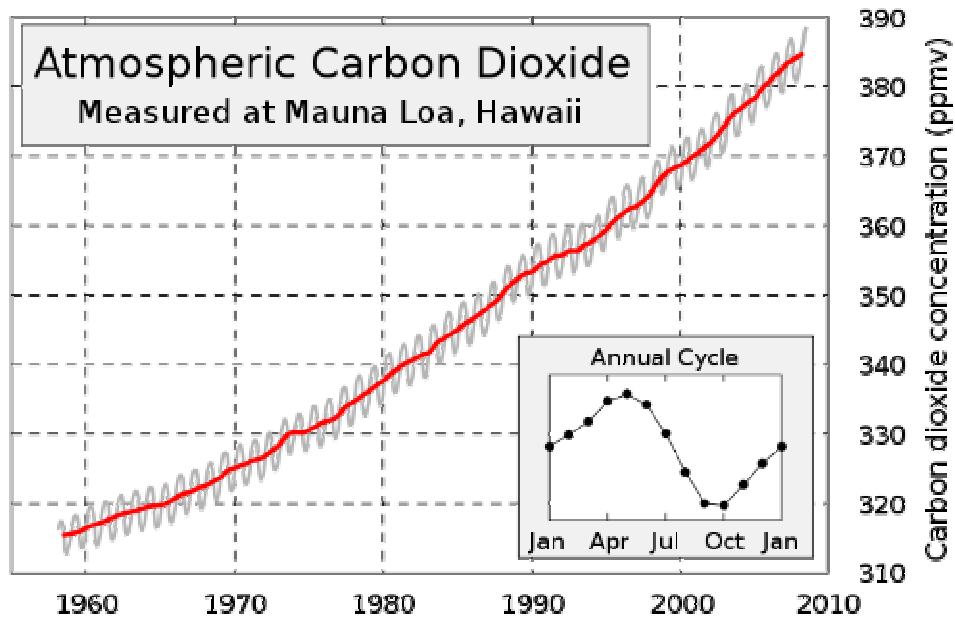
3. ábra



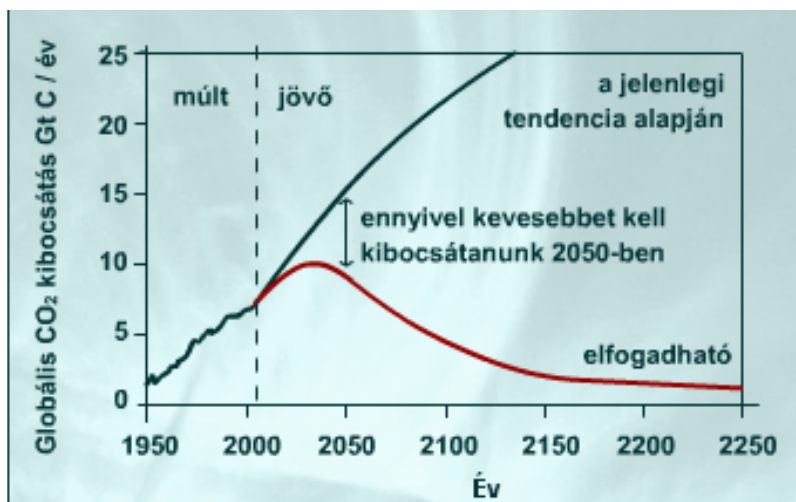
4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra



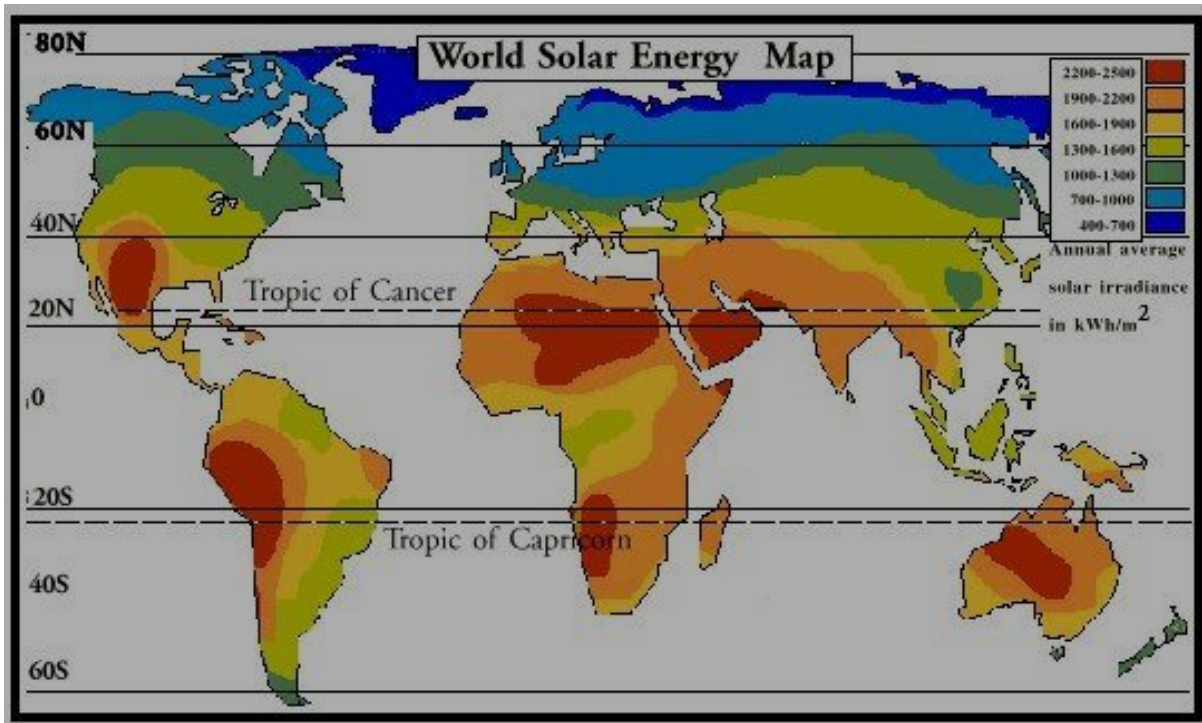
8. ábra



9. ábra



10. ábra



11. ábra





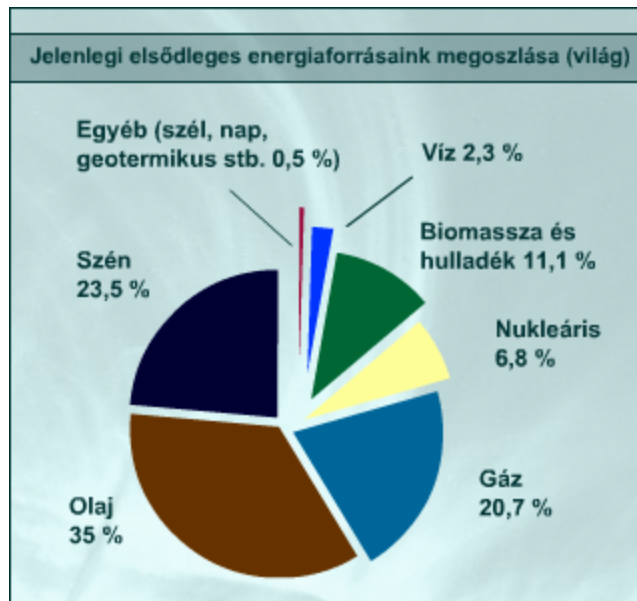
12. ábra



13. ábra



15. ábra



14. ábra



16. ábra

## 6.2. Táblázat

| Idő     | Feszültség(V) november 2 | Teljesítmény(W) november 2 | Feszültség(V) október 24 | Teljesítmény(W) október 24 |
|---------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 9:20:59 | 14,1206                  | 6,646378145                | 1,53362                  | 0,047039806                |
| 9:21:04 | 14,1285                  | 6,653817075                | 1,53626                  | 0,047201896                |
| 9:21:09 | 14,1277                  | 6,653063576                | 1,53931                  | 0,047389506                |
| 9:21:14 | 14,1281                  | 6,65344032                 | 1,54256                  | 0,047589827                |
| 9:21:19 | 14,1279                  | 6,653251947                | 1,54337                  | 0,047639819                |
| 9:21:24 | 14,1277                  | 6,653063576                | 1,54358                  | 0,047652784                |
| 9:21:29 | 14,1283                  | 6,653628696                | 1,54398                  | 0,047677485                |
| 9:21:34 | 14,1289                  | 6,65419384                 | 1,54622                  | 0,047815926                |
| 9:21:39 | 14,1326                  | 6,657679425                | 1,55069                  | 0,04809279                 |
| 9:21:44 | 14,1283                  | 6,653628696                | 1,55313                  | 0,048244256                |
| 9:21:49 | 14,1281                  | 6,65344032                 | 1,55374                  | 0,04828216                 |
| 9:21:54 | 14,1322                  | 6,657302561                | 1,55374                  | 0,04828216                 |
| 9:21:59 | 14,1289                  | 6,65419384                 | 1,55456                  | 0,048333136                |
| 9:22:04 | 14,1283                  | 6,653628696                | 1,55639                  | 0,048446997                |
| 9:22:09 | 14,1287                  | 6,654005456                | 1,56025                  | 0,048687601                |
| 9:22:14 | 14,1338                  | 6,658810081                | 1,56208                  | 0,048801879                |
| 9:22:19 | 14,1409                  | 6,66550176                 | 1,56289                  | 0,048852503                |

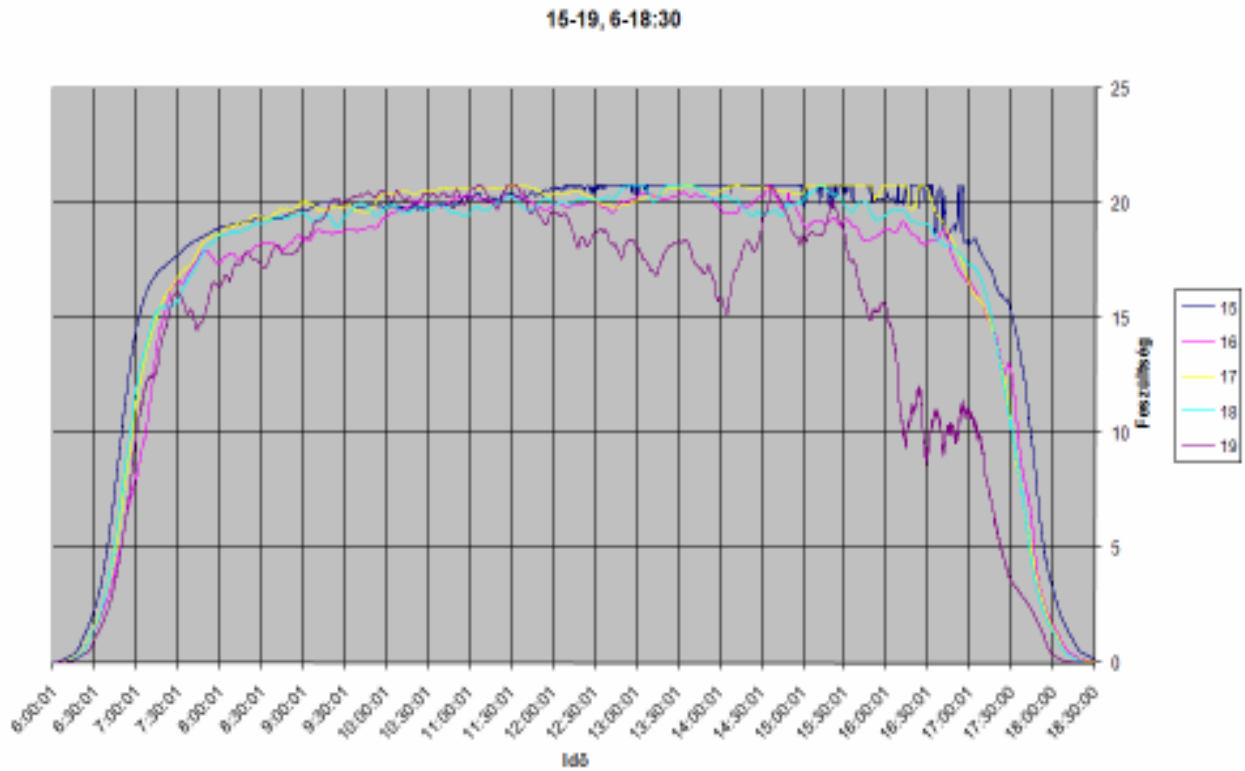
• • •

|          |         |             |         |             |
|----------|---------|-------------|---------|-------------|
| 15:18:09 | 13,7215 | 6,275985408 | 8,72529 | 1,522613712 |
| 15:18:14 | 13,7168 | 6,271686741 | 8,71756 | 1,519917047 |
| 15:18:19 | 13,7133 | 6,268486563 | 8,71655 | 1,519564878 |
| 15:18:24 | 13,7119 | 6,26720672  | 8,70902 | 1,516940587 |
| 15:18:29 | 13,7113 | 6,266658256 | 8,68056 | 1,507042438 |
| 15:18:34 | 13,7111 | 6,26647544  | 8,63929 | 1,492746634 |
| 15:18:39 | 13,7109 | 6,266292627 | 8,59151 | 1,476280882 |
| 15:18:44 | 13,7113 | 6,266658256 | 8,56549 | 1,467352379 |
| 15:18:49 | 13,7113 | 6,266658256 | 8,55268 | 1,462966704 |
| 15:18:54 | 13,7058 | 6,261631788 | 8,5354  | 1,457061063 |
| 15:18:59 | 13,6898 | 6,247020801 | 8,50755 | 1,44756814  |
| 15:19:04 | 13,6824 | 6,240268992 | 8,48071 | 1,438448842 |
| 15:19:09 | 13,6780 | 6,236256133 | 8,4612  | 1,431838109 |
| 15:19:14 | 13,6735 | 6,232153408 | 8,45388 | 1,429361741 |
| 15:19:19 | 13,6707 | 6,229601283 | 8,46445 | 1,432938276 |

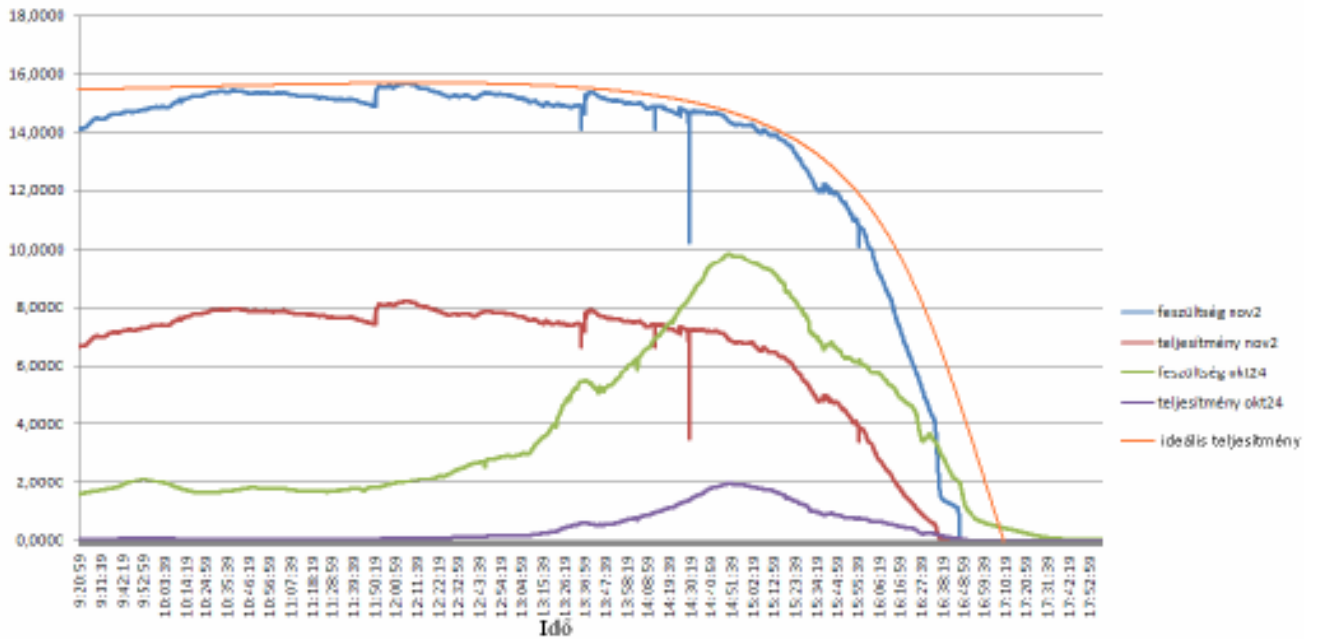
• • •

|          |        |             |         |             |
|----------|--------|-------------|---------|-------------|
| 16:45:49 | 1,1199 | 0,04180512  | 2,05021 | 0,084067221 |
| 16:45:54 | 1,1173 | 0,041608252 | 2,04269 | 0,083451649 |
| 16:45:59 | 1,1166 | 0,04156283  | 2,04167 | 0,083368328 |
| 16:46:04 | 1,1166 | 0,04156283  | 2,0372  | 0,083003677 |
| 16:46:09 | 1,1114 | 0,041169961 | 2,03435 | 0,082771598 |
| 16:46:14 | 1,1071 | 0,040854204 | 2,03151 | 0,082540658 |
| 16:46:19 | 1,1059 | 0,040764211 | 2,03069 | 0,082474038 |
| 16:46:24 | 1,1012 | 0,040420647 | 2,02094 | 0,08168397  |
| 16:46:29 | 1,0959 | 0,040033227 | 2,01484 | 0,081191605 |
| 16:46:34 | 1,0935 | 0,039855159 | 2,01016 | 0,080814865 |
| 16:46:39 | 0,9505 | 0,030117606 | 2,00447 | 0,080358    |
| 16:46:44 | 0,9068 | 0,027411355 | 2,0004  | 0,080032003 |
| 16:46:49 | 0,9020 | 0,027117187 | 1,99125 | 0,079301531 |
| 16:46:54 | 0,8830 | 0,025992224 | 1,98048 | 0,078446021 |
| 16:46:59 | 0,7450 | 0,018500833 | 1,97031 | 0,07764243  |

### 6.3. Grafikonok



1. grafikon



2. grafikon

## 6.4. *Forrásanyag*

- National Geographic Magyarország (októberi szám)
- [http://www.energiacentrum.com/news/napelemes\\_rendszerek\\_h%C3%A1l%C3%B3zat\\_r%C3%A1pl%C3%A1l%C3%A1ssal\\_h%C3%A1l%C3%B3zatra\\_csatolt\\_napelemes\\_rendszerek.html](http://www.energiacentrum.com/news/napelemes_rendszerek_h%C3%A1l%C3%B3zat_r%C3%A1pl%C3%A1l%C3%A1ssal_h%C3%A1l%C3%B3zatra_csatolt_napelemes_rendszerek.html)
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Napelem>
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Napenergia>
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Napkollektor>
- [http://hu.wikipedia.org/wiki/Meg%C3%BAjul%C3%B3\\_energiaforr%C3%A1s](http://hu.wikipedia.org/wiki/Meg%C3%BAjul%C3%B3_energiaforr%C3%A1s)
- [http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_\\_Leveg\\_szennyez\\_s/\\_Mi\\_a\\_1\\_gszennyez\\_s\\_\\_3hj.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1__Leveg_szennyez_s/_Mi_a_1_gszennyez_s__3hj.html)
- <http://www.c3.hu/~levego/9801/980108.htm>