

# Bemutatkozik a Nyíregyházi Egyetem fotovoltaikus napelemrendszere

Tarján Péter\*

2023. március

## 1. Megújuló energiaforrások

Mivel az éghajlatváltozás egyre inkább az emberiség eddigi legnagyobb globális válságává válik, mindenhol jelentős forrásokat fordítanak a fosszilis tüzelőanyagokon alapuló villamosenergia-termelés környezetbarátabb megújuló energiaforrásokkal való felváltására. Ezek közé tartozik a szél, a napenergia, a biogáz, a biomassa, a környezeti hő és a vízenergia.

A Föld elsődleges energiaforrása a Nap. A Nap energiája nemcsak közvetlenül hasznosítható – napkollektorokkal és fotovoltaikus rendszerekkel – hanem előfeltétele annak, hogy más energiaforrások is rendelkezésre álljanak (pl. szél, biomassa, sőt fosszilis tüzelőanyagok).

Közvetlen felhasználás esetén a napenergia viszonylag „híg”, kis sűrűségű energiaforrás, és nem áll rendelkezésre igény szerint. Ezért nem alkalmas a fosszilis tüzelőanyagok kizárólagos helyettesítésére, de mindenképpen szerepet játszhat egy klímataudatosabb energiamixben. A viszonylag magas kezdeti költségek és a nagy területigény elrettentő tényező lehet, de a fenntartási költségek alacsonyak. A fotovoltaikus rendszerek beruházásainak megtérülése a villamosenergia-áraktól és a jogi szabályozási környezettől függ, de egy háztartási létesítmény esetében ez jellemzően 8-12 év.

Magyarország globális besugárzási és napenergia-potenciálja lehetővé teszi, hogy napelemeket használjunk elektromos energia előállítására. Nyíregyházán egy optimális (38°-os) dőlésszögű fotovoltaikus modul éves síkbeli besugárzása 1532 kWh/m<sup>2</sup>, ami reálisan azt jelenti, hogy optimális dőlésszög esetén a telepített napelemek minden 1 kW<sub>csúcs</sub> teljesítménye évi 1205 kWh-t termel.

A Nyíregyházi Egyetemen a napelemek 20°-os dőlésszöggel és +14°-os azimutszöggel vannak tájolva, így az éves síkbeli globális besugárzás valamivel kevesebb, 1477 kWh, ami ideális esetben évi 1116 kWh kimenő energiát eredményez minden 1 kW<sub>csúcs</sub> telepített kapacitásnál.

A fotovoltaikus rendszer tervezésekor fontos, hogy reális elvárásokat támasszunk. Ezért ajánlott szakértői tanácsadást vagy egy olyan fotovoltaikus kalkulátort igénybe venni, amely lehetővé teszi a telepítési lehetőségek feltárását. Az egyik ilyen kalkulátor az Európai Bizottság Fotovoltaikus Földrajzi Információs Rendszere (PVGIS). A fenti adatokat a PVGIS segítségével kaptuk.

---

\*Tarjan.Peter@nye.hu



1. ábra. Légifelvétel a campusról, amelyen jól láthatóak az épületek tetején elhelyezett napelemmodulok.

## 2. Alapvető jellemzők

A Nyíregyházi Egyetem campusának elhelyezkedése lehetővé teszi, hogy a villamosenergia-igényt részben napenergiából fedezzük. Az egyetem fotovoltaiikus (PV) rendszere 2014. augusztusában kezdte meg működését. A rendszer csúcsteljesítménye 367,92 kW, és 1533 Recom Amur Leopard polikristályos PV-modulból áll, amelyek az egyetemi épületek többségének lapos tetején vannak elhelyezve, amint az az 1. ábrán is látható. A rendszer hálózatra kötött, de korlátozott módon – csak az egyetem belső 400 V-os belső elektromos hálózatát képes ellátni. Az országos hálózatba való betáplálás nem megengedett, és ezt a követelményt a rendszer egyes részeinek fokozatos lekapcsolásával érvényesítik, amikor a kínálat meghaladja a keresletet. Mivel a létesítmény az egyetem villamosenergia-szükségletének csak egy töredékét biztosítja, erre még soha nem került sor.

A PV-modulok ún. szálakba (angolul *strand*) vannak szervezve, amelyek kimenetét 21, a hálózatra tápláló Growatt inverter fogadja.

A 2. ábra a rendszer egy, a B épület tetejére telepített részét mutatja.

## 3. Monitorozás

Az inverterek folyamatosan mérik és naplózzák az aktuális áramtermelési adatokat. Az adatokat feltöltik a gyártó szervereire, ahol rendelkezésre állnak (közel) valós idejű felügyelet és későbbi elemzés céljából. A 3. ábra egy képernyőkép a felügyeleti „műszerfal” egy részéről, amely a teljes termelt energiát mutatja a napszak függvényében. A rendszer csúcsteljesítménye 2022. november 25-én körülbelül 80,5 kW volt, ami a névleges csúcsteljesítmény mintegy 22%-a. Ez nyilvánvalóan az időjárás miatt nagy ingadozásoknak van kitéve; például a következő napon a teljes rendszer csúcsteljesítménye mindössze 18 kW volt.

Az online felügyeleti rendszer képes megjeleníteni a korábban gyűjtött adatokat és a rendszer



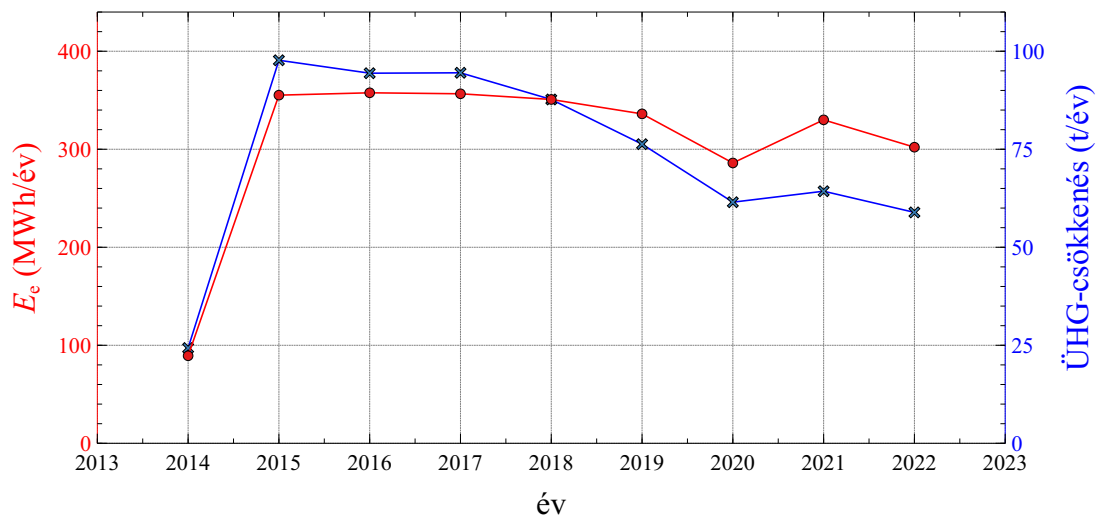
2. ábra. A B épület tetején lévő létesítmény egy része, valamint néhány kapcsolószekrény és inverter.



3. ábra. A webalapú Growatt monitoring műszerfal napi termelési grafikonja.

1. táblázat. A napelemes rendszer által évente termelt teljes villamos energia, a magyar energiamix CO<sub>2</sub>-intenzitása és a napenergia felhasználásával elért üvegházgáz kibocsátáscsökkentés. Megjegyzés: a napelemes rendszert 2014 augusztusában telepítették, azaz 2014. nem teljes év.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Termelt energia (MWh)	89.3	355.2	357.6	356.6	350.8	336.1	286.0	330.0	291.9
CO <sub>2</sub> -e/kWh	272.0	275.0	264.0	265.0	250.0	227.0	215.0	195.0	195.0
ÜHG-csökkenés (t) <sup>2</sup>	24.3	97.7	94.4	94.5	87.7	76.3	61.5	64.3	56.9



4. ábra. A napelemrendszer által évente termelt villamos energia (piros körök) és az elért ÜHG-kibocsátáscsökkentés (kék kereszt) a működés minden egyes évében. Megjegyzés: a napelemes rendszert 2014 augusztusában telepítették, azaz 2014. nem teljes év.

hibaüzeneteit is bármely adott évre, hónapra vagy napra vonatkozóan. Ez lehetővé teszi az adatok letöltését, feldolgozását és elemzését a fotovoltaikus berendezés teljesítményének értékelése érdekében.

## 4. Teljesítmény

A rendszer által az egyes működési években előállított összes villamos energia az 1. táblázatban látható. A táblázat a magyar energiamix üvegházgáz (ÜHG) kibocsátását is mutatja<sup>1</sup> minden évre vonatkozóan (CO<sub>2</sub>-egyenérték tonnában kifejezve), valamint a napenergia felhasználásával elért ÜHG kibocsátáscsökkentést. A 4. ábra mutatja ugyanezeket az adatokat mutatja grafikus formában.

A grafikonról leolvasható, hogy a létesítmény napenergia-termelése meglehetősen állandó (az

<sup>1</sup>Az adatok forrása: [https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-12/tab-chart\\_3](https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-12/tab-chart_3)  
A 2022-es ÜHG-intenzitás adatok a hírlevél írásakor még nem álltak rendelkezésre, így a 2022-es évre vonatkozóan is a 2021-es adattal számoltunk.

<sup>2</sup>CO<sub>2</sub>-egyenértékben



utóbbi években a panelek öregedése és károsodása miatt némi csökkenés tapasztalható). Másrészt a napelemes létesítményből származó üvegházgáz-kibocsátás csökkentése egyértelműen csökkenő tendenciát mutat. Ez főként annak köszönhető, hogy a hazai energiamix az évek során fokozatosan „zöldebbé” vált az alacsony széndioxid-kibocsátású technológiák elterjedésének köszönhetően.

A fent említett PVGIS kalkulátor szerint a Nyíregyházi Egyetemen elhelyezett, 367,92 kW maximális teljesítményű, ideális (pontosan délre néző, 38°-os optimális dőlésszögű), ideális tájolású PV-berendezésnek évi 443,5 MWh villamos energiát kellene szolgáltatnia (14%-os rendszerveszteséget feltételezve). A tényleges éves átlagtermelés 2015 és 2022 között évi 334,3 MWh volt, ami 25%-kal alacsonyabb a becsült optimálisnál. Ennek az eltérésnek több oka is van:

- a PV-paneleket az optimális 38° helyett 20°-os dőlésszöggel telepítették, és az azimutszögük pedig +14°, azaz a délihez képest kissé nyugatabbra vannak tájolva, aminek együttes hatása a teljes kimenő teljesítmény 4%-os csökkenését eredményezi;
- a napelemek elhelyezése miatt néhányuk a nap egy részében árnyékban van;
- a paneleket soha nem tisztítják, a rajtuk felgyülemelő csapadék, különösen a hó és a jég csökkenti a teljesítményt;
- a panelek öregedése és sérülése szintén teljesítményromlást okozhat idővel.

Ezek a tényezők a működés első 4 teljes évére (2015-2018) évi 965 kWh/kW<sub>csúcs</sub> és a következő 4 évre (2019-2022) 852 kWh/kW<sub>csúcs</sub> átlagos éves teljesítményt eredményeznek, ami jelentősen (13,5%-kal, illetve 23,6%-kal) alacsonyabb, mint a modellszámításban szereplő 1116 kWh/kW<sub>csúcs</sub>, amely már figyelembe veszi a nem optimális tájolás miatti veszteségeket.

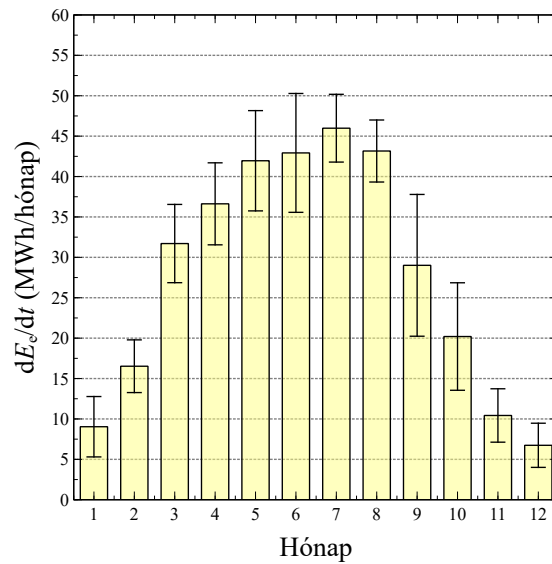
A napelemes rendszer által termelt elektromos energia mennyisége az év során változik (amint azt az 5. ábra mutatja), ami nagyrészt három hatásnak köszönhető: a Nap horizont fölötti magasságának, a nap hosszának és a napsütéses órák számának. Mindezek a tényezők ugyanabba az irányba mutatnak: a napelemek nyáron lényegesen több energiát termelnek, mint a téli hónapokban.

Az 5. ábra azt mutatja, hogy a napelemes rendszer átlagosan júliusban termeli a legtöbb villamos energiát, a májusi, júniusi és augusztusi hónapok pedig nem sokkal maradnak el ettől. A hibahatárokat vizsgálva látható, hogy a július a legkövetkezetesebben napsütéses hónap, a legalacsonyabb relatív ingadozással. (Ezzel szemben a júniusi adatokban sokkal nagyobb a szórás.)

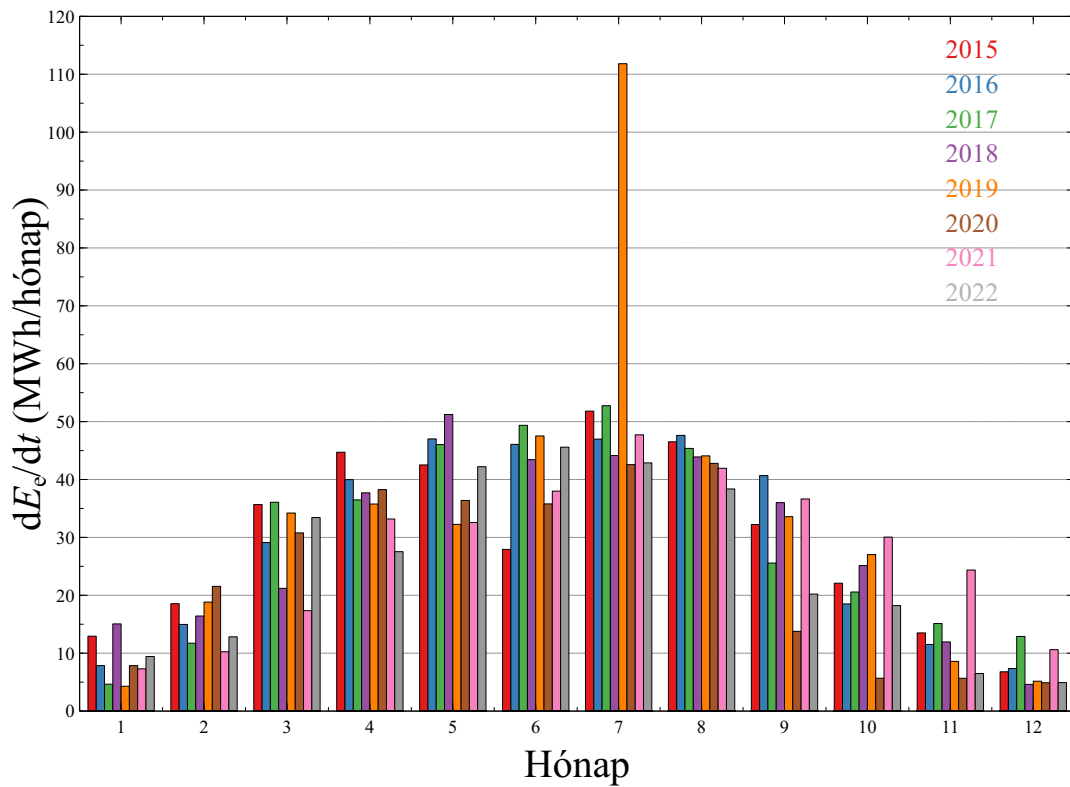
## 5. Hibakeresés

Nagy mennyiségű adat félautomatizált feldolgozása során óvatosan kell eljárni. Ezt a tanulságot az a meglepő felfedezés tette még inkább nyilvánvalóvá, hogy a 2019. év kivételesen jó időszak volt a napenergia-termelés szempontjából az egyetemen, 396,7 MWh összes termelt villamos energiával. Ez annyira kiugró érték volt (közel 11%-kal több energia, mint a második legjobb évben, 2016-ban), hogy azonnal gyanússá vált, és ki kellett vizsgálni.

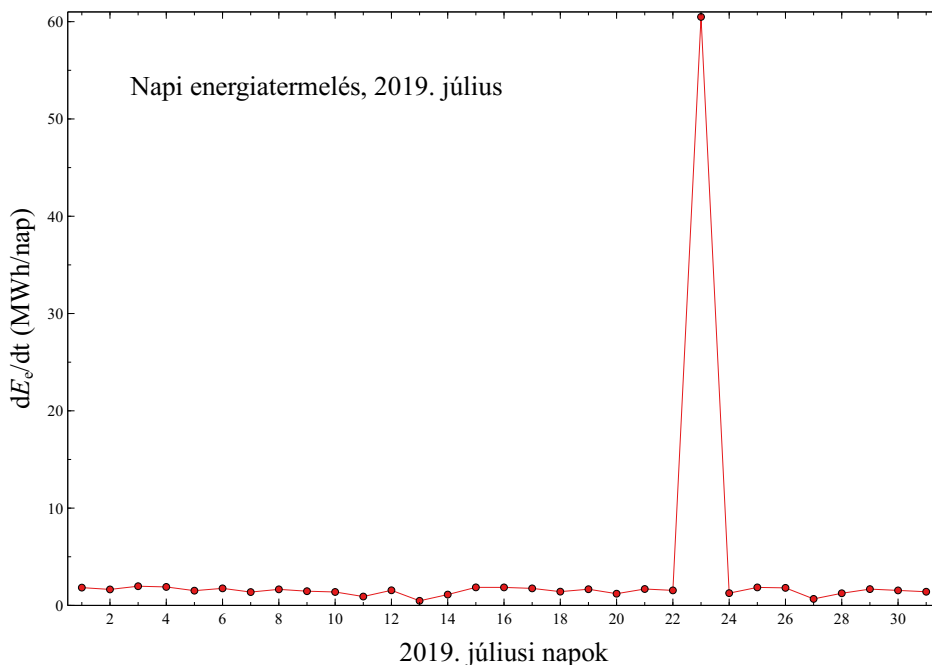
A 2015. és 2022. közötti időszak minden hónapjának villamos energia kibocsátását ábrázolva (lásd 6. ábra) azonnal nyilvánvalóvá vált, hogy a ludas 2019. júliusa: a teljes energiatermelés ebben a hónapban több mint kétszerese volt minden más év július hónapjának. Ez természetesen nem reális,



5. ábra. Havi átlagos napenergia-termelés a Nyíregyházi Egyetemen, 2015-2022. A hibasávok az adatok szórását jelzik.



6. ábra. A PV-rendszer havi termelése (2019. júliusában egy hamis értékkel). A színek a különböző éveket jelölik.



7. ábra. A rendszer teljes (nyers) össztermelése 2019. júliusában (a hibás kiugró értékkel).

ezért mélyebbre ástunk. A 7. ábra a teljes rendszer napi energiatermelését mutatja 2019. júliusának minden egyes napjára; míg a legtöbb nap átlagos teljesítménye 1,5 MWh/nap körül van, július 23-án a teljes teljesítmény 60 MWh/nap fölé szökik! Ez visszavezethető volt egy bizonyos inverterre (sorozatszám: Y5Z2832013), amely csak néhány nappal korábban, július 18-án lépett működésbe, és az azt követő néhány napban nagyon kiszámíthatatlanul teljesített. Az adott inverter július 23-án „hálózati feszültség hibát” jelentett, amint az a 8. ábrán látható – de az irreális energiatermelés valószínűbb oka egyszerűen egy kiolvasási vagy számértékhiba, amelyek szintén eredményezhették a problémát.

Annak érdekében, hogy a fenti hiba ne torzítsa az eredményeket, a rendszer 2019. július 23-i összkibocsátását a feldolgozás során, utólagosan 0-ra állítottuk. Minden korábban bemutatott szám és grafikon az ily módon „korigált” adatokból származik. Ez mesterségesen körülbelül 1,5 MWh-val csökkentheti az adott évre számított energiatermelést; ezzel szemben növeli az eredmények megbízhatóságát.

## 6. Összefoglalás

A megújuló energiaforrások használata nemcsak pénzügyileg észszerű, hanem a jövőbe való befektetés is. A globális klímaváltozási válság megköveteli, hogy azonnali lépéseket tegyünk a folyamat lassítása érdekében – és az egyre inkább az alacsony széndioxid-kibocsátású energiatechnológiák felé való elmozdulás alapvető (bár nem elégséges) lépés ebbe az irányba.

A Nyíregyházi Egyetem 2014-ben telepített egy 368 kW maximális teljesítményű fotovoltaikus rendszert, amely azóta is hozzájárul az intézmény energiaigényének fedezéséhez. Mivel a fotovoltaikus

**Log**

Current Location: Log > Fault Log

Dashboard
Energy
Log
Setting

2019-07-23
Day
Month
Year
Device Serial Number

Search
Export

Device Serial Number	Alias	Battery serial number	Device Type	Time	Event Sn	Fault Description	Solution
Y5Z2832013	Y5Z2832013		Inverter	2019-07-23 04:58:12	30	Grid voltage fault. Please refer to the local grid standard for more details of the grid frequency.	1: Check grid voltage. 2: If the error message still exists despite the grid voltage being within the tolerable range, contact manufacturer.

Previous
1
Next
To First
1
Page
Yes

8. ábra. A 2019. július 23-i naplózott hiba.

rendszerek viszonylag kis teljesítménysűrűségűek, ezért nagy alapterületet igényelnek; és valóban, a napenergia nem elegendő a helyi igények kielégítésére. Így az egyetem továbbra is nagymértékben támaszkodik az elektromos hálózatra.

A PV-rendszerek zöld energiát termelnek, és az előnyök a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenésében számszerűsíthetőek. Ez a megtakarítás az ország energiamixétől függ; és mivel Magyarország energiamixe az elmúlt években fokozatosan az alacsonyabb kibocsátás irányába mozdult el, az egyetem PV-berendezésével megtakarított üvegházgázkibocsátás is több mint 40%-kal csökkent 2015 óta.

Ez a csökkenés részben a napelemek öregedése és károsodása miatti teljesítményromlásnak tudható be. Ez a hatás könnyen megfigyelhető az online felügyeleti rendszerrel, amely nemcsak azt teszi lehetővé, hogy szinte valós időben kövessük a napelemes rendszer egészségi állapotát és termelését, hanem az általa szolgáltatott adatok hasznosak a mélyebb elemzéshez és kutatáshoz.



The Hungary-Slovakia-Romania-Ukraine ENI CBC Programme 2014-2020 provides EU funding for sustainable development along the border of Ukraine with Hungary, Slovakia and Romania, helps reducing differences in living standards and addressing common challenges across these border.

The Member States of the European Union have decided to link together their know-how, resources and destinies. Together, they have built a zone of stability, democracy and sustainable development whilst maintaining cultural diversity, tolerance and individual freedoms. The European Union is committed to sharing its achievements and its values with countries and peoples beyond its borders.

This publication was produced with the financial support of the European Union. Its contents are the sole responsibility of University of Nyíregyháza and do not necessarily reflect the views of the European Union.

[www.huskroua-cbc.eu](http://www.huskroua-cbc.eu)