

# PVGIS szoftver megbízhatóságának vizsgálata magyarországi referencia naperőművekkel

Dr. Kulcsár Balázs  
egyetemi docens  
Debreceni Egyetem Műszaki kar  
[kulcsarb@eng.unideb.hu](mailto:kulcsarb@eng.unideb.hu)

## Absztrakt

A megújuló energiaforrások előre törésével felmerül a kérdés, hogy egy település képes e megtermelni a felhasznált villamos energiát a saját közigazgatási területén elérhető megújuló energiaforrásokból. A háztartási méretű kiserőművek alapvető célja a fogyasztási hely villamosenergia-igényének kielégítése, tehát ez az erőmű típus az, amely kizárólag lokális forrásból, a lokális igények kielégítését szolgálja. Magyarországon ezek nagy többsége naperőmű, amelyek által termelt villamos energia meghatározása és a fogyasztás kielégítésében betöltött szerepének aránya nehezen meghatározható. Az adatszolgáltatás, valamint a termelés nagyszámú rögzítésének akadályai, becslési módszer alkalmazását tették szükségessé. A Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) alkalmas az előállítható villamos energia becslésére, melynek ellenőrzéséhez referencia erőművek valós adatait használtuk fel.

## Abstract

*The advance of renewable energy sources arises the question, whether a settlement can generate the consumed electricity from renewable energy sources in its own administrative area. The basic goal of the small-scale household power plants (SSHPP) is to provide the electricity demand of the place of consumption. This is the type of power plants which satisfies the local demands from exclusively local sources. In Hungary, the vast majority of these are solar power plants, which makes it difficult to determine the amount of electricity generated by this and the ratio of the role played in the fulfillment of the consumption. The lack of supplying of data and the obstructions of recording the production in large numbers make it necessary to apply an estimation method. The Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) is capable of the estimation of the producible electricity and for the checking of this estimation we used real data of reference power plants.*

## Kulcsszavak

PVGIS, napenergia, önellátó település, háztartási méretű kiserőmű

## Keywords

*PVGIS, solar power, self-sufficiency settlement, small-scale household power plant*

## Bevezetés

Jelen tanulmány célja, annak megállapítása, hogy a Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) szoftverrel becsült éves napenergia termelés milyen százalékos megbízhatósággal alkalmazható a települések napenergiából származó villamosenergia-termésének meghatározásához.

Kutatási témánk az energetikai szempontból önellátó települések magyarországi megvalósítási lehetőségeinek vizsgálata. Az energetikai önellátás általunk felállított kritériuma, a kizárólag a település közigazgatási területén elérhető megújuló energiaforrások felhasználása. A fókusz a villamosenergia-termelésre helyeztük, a három energiafogyasztó szektor közül (villamosenergia-termelés, a hűtés-fűtés, valamint a közlekedés). A magyarországi erőmű kategóriákon belül a háztartási méretű kiserőművek (HMKE) által megtermelhető villamosenergia mennyiséget vettük figyelembe. A vizsgálatba, a 2017-es évben már működő kapacitások kerültek be. A kérdés, hogy ezen erőművek milyen arányban képesek hozzájárulni egy település villamosenergia ellátásához. Tárgyévben Magyarországon a HMKE-k 99,41%-a naperőmű volt, a fennmaradó 0,59% termálmű, dízel, földgáz, biogáz, víz és szélenergia-forrásokkal működött. A HMKE-k száma 2008-tól kezdve minden évben dinamikus növekedést mutatott, számuk 2017. év végén elérte a 29 685 darabot, melyek összes beépített teljesítménye 241,4 MW. A pontos termelési adatok nem elérhetők, így a települési szintű villamosenergia-termeléshez becslési módszer alkalmazására volt szükség. Az erőművek túlnyomó többsége naperőmű, továbbá ezen erőműtípus termelése, jellegéből adódóan jól becsülhető. A napenergia-termelés prognosztizálásához a Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) szoftvert használtuk, melynek megbízhatóságát referencia erőművek valós teljesítményével mértünk.

### Szakirodalom

A HMKE kategóriában termelt villamos energia túlnyomó többségben napelemes rendszerekből származik. Becslésére termelőkalkuláló szoftvert kerestünk. A szakirodalom áttekintése során az alkalmazási területeket és a felhasznált szoftverek pontosságát figyeltük. A közép-európai térségre vonatkozóan a PVGIS szoftver adta a legmegbízhatóbb eredményeket.

A PVGIS egy online ingyenes fotovoltaikus hozamkalkulátor, szigetüzemben vagy a hálózathoz csatlakoztatott napelemes rendszerekhez, amely nagy és pontos adatbázist biztosít Európa, Afrika, a Földközi-tenger medencéje és Délnyugat-Ázsia számára. A PVGIS európai részének alapja egy adatkészlet, amely 566 földi meteorológiai mérőállomás, valamint szatellit adatmennyiségét tartalmazza. Európában meghatározható vele a globális vízszintes sugárzás, és a diffúz sugárzás. Az állomások adatait az ESRA<sup>1</sup> részeként gyűjtötték és dolgozták fel, és a napi besugárzási összegek havi átlagaként tették közzé (Pavlović et al. 2011, 2012, 2013a, 2013b; Šuri 2007; Pagola et al. 2010; Angelis-Dimakis és mtsai 2011). A PVGIS egyszerű és nagy adatbázissal rendelkezik, amely nem csak becslésre, hanem már számítások elvégzésére is alkalmazható. A földrajzi hely, és a naperőmű paraméterei könnyen beállíthatók. A szakirodalom a szoftver gyengeségeként tartja számon, hogy Európán, Afrikán és a Közel-Keleten kívül nem, vagy alacsony megbízhatósággal alkalmazható (EPIA 2012; Šuri et al. 2007; Huld et al. 2010).

A szoftvert, különböző technológiai területen, valamint földrajzi helyen tesztelték, melynek tapasztalatairól számos tanulmány született. Psiloglou et al. (2020) meteorológiai sugárzási modell teljesítményét vizsgálta műholdas alapú adatsorok, mint pl. a CAMS<sup>2</sup>, PVGIS-CMSAF<sup>3</sup>-SARAH<sup>4</sup> és PVGIS-ERAS<sup>5</sup> felhasználásával, egy görögországi referencia állomáson. Megállapításai szerint a tiszta égbolton végzett szimulációk kielégítő eredményeket hoztak ellentétben a részben vagy egészen borult időjárási körülmények között végzett mérésekkel. Toledo et al. (2020) a beeső napsugárzás modellezésére

---

<sup>1</sup> ESRA: European Solar Radiation Atlas

<sup>2</sup> CAMS: Copernicus Atmosphere Monitoring Service

<sup>3</sup> CM SAF: Satellite Application Facility on Climate Monitoring

<sup>4</sup> SARAH: Surface Solar Radiation Data Set

<sup>5</sup> ERAS: Az ERAS a European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) többgenerációs légköri elemző rendszere a globális éghajlatról, amely 1979 januárjától napjainkig áll rendszerben. Jelenleg az ötödik generációt, az ERA5-öt a Copernicus Climate Change Service (C3S) állítja elő az ECMWF-nél.

használta a fotovoltaiikus rendszerekkel felszerelt épületek tervezési folyamatainak pontosítása és az épület energiatermelésének becslése céljából. A kísérleti méréseit a PVGIS és a NREL<sup>6</sup> adatsoraival validálta a spanyolországi Murciában. A PVGIS webalapú forrásaiból származó napsugárzási adatokat Tamuli et al. (2020) is sikerrel alkalmazta indiai szolárfűtési rendszerek teljesítményének szimulációjához az északkeleti Silchar régióban. A kísérletek megerősítették a rendszer vízmelegítési funkciójának működőképességét és alkalmas volt a különböző hatékonyságú időszakok meghatározására is.

A szakirodalom a PVGIS szoftvert összehasonlította az elérhető, hasonló célokat szolgáló, hozambecslésre alkalmas szoftverekkel. Az azonos célt szolgáló programok összehasonlítása terén Psomopoulos et al. (2015) görögországi naperőművek mérési adataival tesztelte és hasonlította össze a PVGIS, a PVwatts és a PVscreen mérési eredményeit a fotovoltaiikus villamosenergia-termelés becslése szempontjából. Burduhos et al. (2020) a PVGIS és a PVwatts mellett a PVsyst szimulációs szoftvereket vetette össze a romániai Brassóban működő 9,6 kWp PV rendszer adataival. A három szoftver közül a legpontosabb eredményeket a PVGIS generálta.

Basaran (2019) tanulmányában törökországi naperőművek teljesítményarányát vizsgálta besugárzási érzékelőkkel és PVGIS szoftverrel, amely 80% fölötti pontosságot mutatott. Ahmed et al. (2019) malajziai napelemes rendszerek energiatermelésének becslését végezte el, melynek során 2015-ben folyamatosan rögzítette a teszterőmű termelési adatait, összehasonlítva azokat a PVGIS meteorológiai adatai alapján kalkulált várható hozammal. A PVGIS becslése minimális eltérést mutatott a valós hozammal szemben. Ez alapján az egyes malajziai régiók napenergiából származó várható átlagos villamosenergia-termelését a PVGIS adatai alapján becsülték, majd a régiókat alkalmasság alapján rangsorolták.

Magyarországon a háztartási méretű naperőművek, darabszám és beépített teljesítmény szerinti gyarapodása miatt, egyre fontosabb szerepet játszanak a települési villamosenergia-igény biztosításában. Így teljesítményelemzése kiemelt szerepet kap a beruházási döntések, a települési energiastratégia megalkotása, a támogatási intenzitás meghatározása és az energetikai átmenet prognosztizálása szempontjából. A szakirodalom áttekintése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a PVGIS szoftvert többségében egyes erőművek teljesítményének prognosztizálására alkalmazták, az ezzel kapcsolatos megbízhatóságát vizsgálták. Azonban nem találtunk precedenst egy egész település, vagy országos településállomány, napenergia alapú villamosenergia-termelésének becslésére.

### **Adatok és módszerek**

A települési szintű HMKE darab és teljesítmény-adatokat az E.ON Energiaszolgáltató Kft., az ELMŰ-ÉMÁSZ Energiaszolgáltató Zrt. és a Dél-magyarországi Áramszolgáltató Zrt. (DÉMÁSZ), mint egyetemes szolgáltatók bocsátották rendelkezésünkre. A pontos, települési szintű villamosenergia-termelési adatokat az egyetemes szolgáltatók, a MEKH és a MAVIR üzleti titokként kezelik, így azok a vizsgálatok szempontjából nem álltak rendelkezésre, továbbá az egyetemes szolgáltatók által mért termelési adatok nem tükrözik a HMKE erőmű egységek valós villamosenergia-termelését. Ennek oka, hogy a termelés során, még a mérőóra előtt elhelyezkedő fogyasztó berendezések által felhasznált energia nem kerül be a hálózatba, így mérésre sem. Az egyetemes szolgáltatónak csak arról a villamos energia mennyiségről van adata, amelyet a termelő berendezés a hálózatra lead. Így a rendelkezésre álló adatok alapján nem lehet a megújuló energiaforrásból a településen előállított villamos energia mennyiségét megállapítani. Így becslési módszer kidolgozása vált szükségessé.

---

<sup>6</sup> NREL: National Renewable Energy Laboratory

A HMKE-knek helyet adó település, önellátási szintjének meghatározásához, az erőművek által elméletileg megtermelhető (napenergia esetén), valamint az átlagos éves kihasználtság alapján meghatározható (egyéb megújuló energiaforrások esetén) éves villamos energia mennyiségét összevetettük a település éves villamos energia fogyasztásával, a 2017. évre vonatkozóan (TeIR, 2017). Kalkulációinkat ez alapján végeztük el, amely szerint a vizsgált erőmű kategória és ezen belül a helyi megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművek milyen arányban képesek kielégíteni a település villamosenergia-igényét.

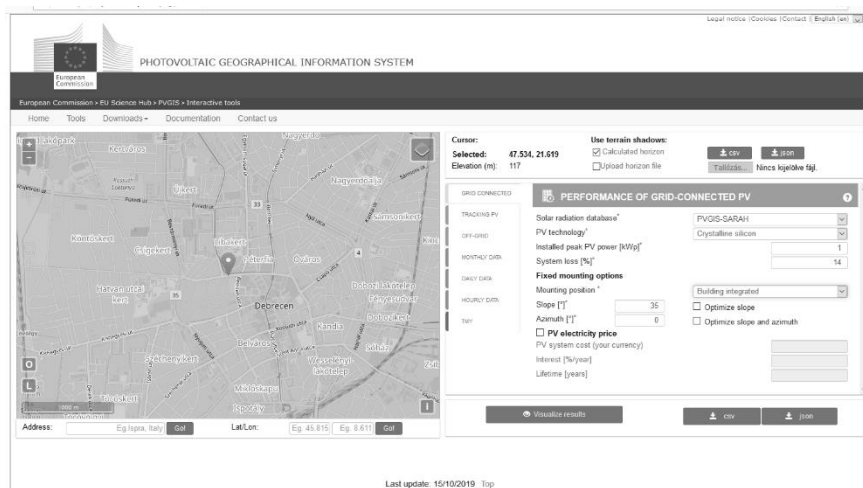
A napelemes rendszereknél a 2017. év végi települési szintű összteljesítmény adatokból egy elméleti, éves szinten előállítható villamosenergia-mennyiséget határoztunk meg. A számításokhoz az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontja (Ispra, Olaszország) által működtetett Photovoltaic Geographical Information System-t használtuk (PVGIS, 2020). A szoftverrel a számításokat az összes olyan magyarországi település esetében elvégeztük, ahol HMKE működött.

A program megbízhatóságának megállapításához pontos termelési adatokra volt szükség. A szolgáltatói és hivatali oldalról jelentkező adatszolgáltatási akadályok miatt a legkézenfekvőbb megoldásnak a magyarországi egyetemeken – épületekre, valamint szabadon – telepített naperőművek adatainak beszerzése bizonyult. A PVGIS által kalkulált várható éves termelés így már összevethető volt az egyetemektől kapott termelési adatokkal, mellyel lehetővé vált a szoftver megbízhatóságának százalékos meghatározása.

A méréseket, a PVGIS-ben az alábbi beállításokkal végeztük el:

A napsugárzási adatbázisok közül a COSMO-REA általában a hegyvidéki területek kivételével Európa legnagyobb részében alacsonyabb értékeket mutat, mint a SARA. A különbségek Dél-Európában a legnagyobbak. Ezzel szemben az ERA5 egyes területeken, különösen Észak-Európában és a hegyvidéki területeken, magasabb értékeket mutat, mint a SARA. Közép-Európában a két adathalmaz nagyon hasonló értékekkel rendelkezik (PVGIS, 2020). Ezért a referencia erőműveknek helyet adó településeken, a PVGIS kalkulációkat a SARA adathalmaz alapján végeztük el, amihez az is hozzájárult, hogy a műholdas mérések mellett a földi állomások adatait egyaránt figyelembe veszi. A rendszer-vesztésért, a szoftver általi alapértelmezett 14%-os értékre állítottuk be. A többi paramétert pedig az egyes naperőművek adatai alapján kalibráltuk, úgymint a modul típusa, az erőmű névleges teljesítménye, a telepítés helye és módja, a dőlésszög és a tájolás.

1. ábra: A PVGIS navigációs és paraméter-beállítási felülete (PVGIS, 2020).  
*Navigation and parameter setting surface of PVGIS (PVGIS, 2020).*



## Eredmények

A vizsgálatokba hat magyarországi egyetem, tíz városban működő kampuszain, 176 erőmű adatait tudtuk felhasználni, melyek beépített összes névleges teljesítménye 5254 kW. Az egyetemek energetikai osztályai által mért villamosenergia-termelési adatokat összehasonlítottuk a PVGIS által prognosztizált energia mennyiségével. A valós termelés az esetek többségében alacsonyabb volt a szoftver által előre vetített értéknél, de volt olyan erőmű is, amely közel 50%-kal több villamos energiát állított elő, mint a PVGIS által becsült (1. táblázat). Az erőművek teljesítménye egyazon településen belül is jelentős szórást mutatott a PVGIS által prognosztizálhoz képest, mint például Debrecen, Eger, Győr, Pécs, Szeged vagy Budapest esetében. Ezt a PVGIS megbízhatósági tartományaként tüntettük fel. Ahhoz, hogy a város összes HMKE naperőművének teljesítményét a PVGIS-nél jobb közelítéssel becsüljük meg, a megbízhatósági tartomány százalékos értékeiből egy megbízhatósági átlagot vontunk.

1. táblázat: Egyetemi naperőművek valós villamosenergia-termelése és a PVGIS által becsült éves termelés aránya.

*The real electricity production of university solar power plants and the proportion of estimated annual electricity production by PVGIS.*

Egyetem	Telephely	Erőművek száma	Összes beépített teljesítmény (kWp)	Termelés (kWh/év)	PVGIS-SARAH (kWh/év)	Megbízhatóság átlag (%)	Megbízhatósági tartomány (%)
Debreceni Egyetem	Debrecen	97	1885	1735712	2151071	83	48-112
Eszterházy Károly Egyetem	Sárospatak	3	42	48316	46598	104	104
	Eger	5	223	219756	249911	85,8	38-124
	Jászberény	1	48	65431	55107	119	119
	Gyöngyös	5	297	262220	338638	77	77
Széchenyi István Egyetem	Győr	12	770	729762	811191	92	75-147
Pécsi Tudományegyetem	Pécs	9	467	261740	458785	64	21-95
Szegedi Tudományegyetem	Szeged	35	1080	1035320		85	53-140
	Hódmezővásárhely	2	50	40106	59155	68	68
Budapesti Műszaki Egyetem	Budapest	7	392	314900	400006	88	30-99

Forrás: saját számítások

Ezt az átlagot alkalmaztuk az adott településen. Az egyes városok összes beépített HMKE naperőművi kapacitása alapján a PVGIS-el termelés-becslést végeztünk. A kapott eredményt összevetettük az adott évben a településnek szolgáltatott villamos energia mennyiségével, ami így megmutatta, hogy a PVGIS szerint a HMKE naperőművek által elméletileg megtermelt villamos energia a fogyasztást milyen arányban képes kiszolgálni. Ezt az arányt korrigáltuk a megbízhatósági átlaggal, így a valós termeléshez közelebb álló arányt kaptunk (2. ábra), (2. táblázat).

1. táblázat: A PVGIS által becsült villamosenergia-termelés aránya a városok fogyasztásában, valamint a megbízhatósági átlaggal korrigált termelés aránya.

*The proportion of estimated electricity production by PVGIS in electricity consumption of the cities and the proportion of electricity production corrected with confidence average.*

Település	HMKE naperművek száma	Összes beépített teljesítmény (MWp)	PVGIS-SARAH ált. kalk. vill. en. term. (MWh/év)	Szolgáltatott összes villamosenergia mennyisége, 2017, település (MWh/év)	Települési éves villamosenergia-igény fedezése (HMKE) napenergia-forrásból a PVGIS becslése alapján (%)	Megbízhatósági átlag (%)	HMKE naperművek éves termelésének aránya a fogyasztáson belül, a PVGIS megbízhatósági átlagával korrigálva (%)
Debrecen	895	8,08826	9230,67836	730825	1,26	83	1,04
Sárospatak	122	1,29732	1439,39953	33365	4,31	104	4,48
Eger	325	2,69326	3018,31312	227703	1,32	85,8	1,13
Jászberény	228	1,68984	1940,06183	179847	1,07	119	1,28
Gyöngyös	166	1,19838	1366,38777	133540	1,02	77	0,78
Győr	373	2,90394	3328,15863	694007	0,47	92	0,44
Pécs	698	4,67895	5489,08339	420664	1,30	64	0,83
Szeged	589	5,62748	6683,87025	525024	1,27	85	1,08
Hódmezővásárhely	163	1,684	1992,36274	132563	1,50	68	1,02
Budapest	6940	50,37439	59101,23791	7243753	0,81	88	0,71

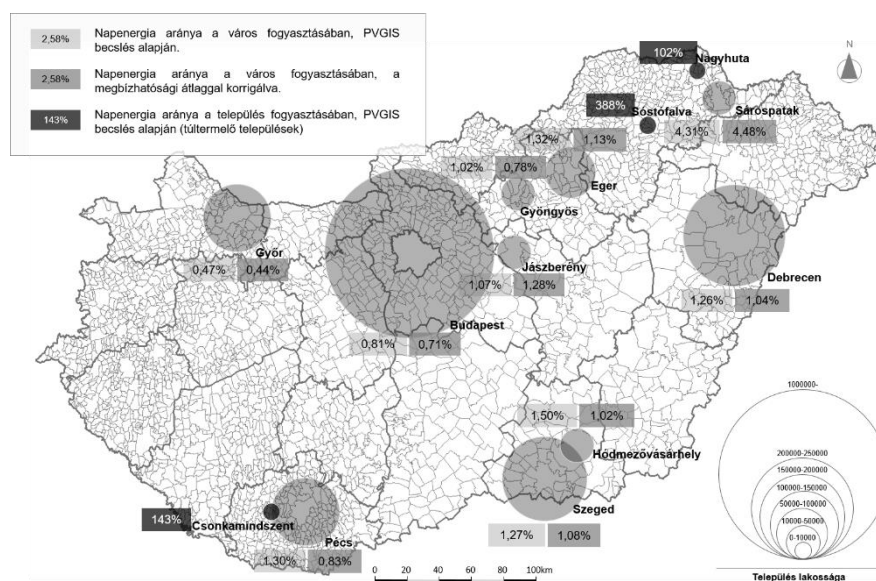
*Forrás: saját számítások*

A legmagasabb százalékos arány Sárospatak esetében jelentkezett, ahol a településen működő HMKE naperművek a város éves villamosenergia-fogyasztásának közel 4,5%-át termelik meg, ez az arány Jászberény, Eger, Szeged, Debrecen és Hódmezővásárhely esetében valamivel 1% fölött van, míg Pécs, Gyöngyös, Budapest és Győr erőművei 1% alatti arányt értek el.

A PVGIS termelés-kalkulációt Magyarország 3155 településére is elvégeztük (KSH, 2017), melynek eredménye szerint három olyan település van, amelyik több villamos energiát termel évente, mint a saját fogyasztása. Mindezt kizárólag HMKE kategóriába tartozó naperművekkel (2. ábra),(3. táblázat).

1. ábra: A referencia erőművekkel rendelkező városok és a PVGIS által készített prognózisok szerint önellátó és egyben túltermelő települések.

*Cities, which have reference power plants and the self-sufficient and overproducing settlements according to PVGIS forecast.*



Forrás: saját számítások

2. táblázat: Lokális megújuló-energiaforrásból származó, háztartási méretű naperómű (HMKE) kategóriában termelt villamos energia aránya, a települések villamos energia fogyasztásában.  
*The ratio of local renewable electricity produced by small-scale household solar power plants in the electricity consumption of settlements.*

TELEPÜLÉS	LAKOSSÁG fő	Szolgáltatott villamosenergia mennyisége MWh/év	Naperómű db	Beépített összes teljesítmény MWp	Termelés MWh/év	A termelés, fogyasztáson belüli aránya %
1 Sóstófalva	262	317	6	1,138	1230	388
2 Csonkamindszent	176	202	25	0,255	289	143
4 Nagyhuta	64	236	7	0,236	240	102

Forrás: saját számítások

### Összegzés

A napenergiából származó villamosenergia-termelést legpontosabban az inverterekből kinyerhető adatokból lehetne meghatározni. Az országos településállomány önellátási szintjének meghatározásához ilyen mennyiségű referencia erőművi adat beszerzése, egyelőre kivitelezhetetlennek tűnik. A felhasznált naperóművi adatok és a szoftver hozambecslése közötti hektikus különbségek miatt - amit a tapasztalatok szerint okozhat az idővel elszennyeződő modul-felület, hóborítottság, időszakos és részleges árnyékolás, tájolási pontatlanságok, alulméretezett inverter - nem kaptunk olyan mértékű korrekciót, amivel az egész település energiabecslését nagyságrendekkel pontosabban el lehetne végezni. Így egy ilyen nagyszámú településállomány területén működő, naperóművi kapacitás villamosenergia-termelésének becslését továbbra is szoftveres modellezéssel lehet a legmegbízhatóbban elvégezni. Tehát a napelemes rendszerek termelésének becslésére a PVGIS jól használható.

A módszerrel közelebb kerültünk annak meghatározásához, hogy egy település közigazgatási területén működő HMKE naperóművek milyen arányban képesek kielégíteni a település villamosenergia-igényét. A naperóművek inverterei alkalmasak a termelés mérésére, tehát az rögzítésre kerülhet, még mielőtt a villamos energia az épületben működő első fogyasztó berendezéshez eljut. Pontosabb adatokhoz tehát akkor lehetne jutni, ha az összes naperómű invertere mérné a termelést és ez az adat hozzáférhetővé válna. Erre azonban egyrészt akkor lenne lehetőség, ha minden erőmű tulajdonos rendelkezésre bocsátaná az adatokat. Ez csak Debrecenben, 2017-ben 895 naperóművet jelentett. További megoldás a kötelező adatszolgáltatás, valamint az olyan okos inverterek felszerelése, amelyek online kommunikációra képesek és termelési adataikat a jogosult hivatal vagy egyetemes szolgáltató felé továbbítják. Erre azonban jelenleg nincsen jogszabályi háttér.

### Köszönetnyilvánítás

- A Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.
- „AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-19-4-DE-36 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”
- Köszönet a magyarországi egyetemeknek, amelyek naperóművi adataikat a kutatás rendelkezésére bocsájtották: Budapesti Műszaki Egyetem, Debreceni Egyetem, Eszterházy



## Irodalom

- Ahmed, T. - Mekhilef, S. - Shah, R. - Mithulananthan, N. (2019) An Assessment of the Solar Photovoltaic Generation Yield in Malaysia using Satellite Derived Datasets, International Energy Journal, Volume: 19, Issue: 2, Pages: 61-75

- Angelis-Dimakis A, Biberacher M, Dominguez J, Fiorese G, Gadocha S, Gnansounou E, Guariso G, Kartalidis A, Panichelli L, Pinedo I, Michela Robba M (2011) Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources. Renew Sust Energ Rev 15(2):1182-1200  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.049>

- Basaran, K. (2019) Effect of Irradiance Measurement Sensors on the Performance Ratio of Photovoltaic Power Plant Under Real Operating Conditions: An Experimental Assessment in Turkey, Journal of Electrical Engineering Technology, Volume: 14, Issue: 6, Pages: 2607-2618, DOI: 10.1007/s42835-019-00294-8  
<https://doi.org/10.1007/s42835-019-00294-8>

- Burduhos, B.G. - Visa, I. - Neagoe, M. - Cretescu, N.R., (2020) Simulated vs. produced electrical energy of a 9.6 KWP PV system installed in a temperate mountain climate, Journal of Science And Arts, Issue: 1, Pages: 215-224

- EPIA (2012) Global market outlook for photovoltaics. European photovoltaic industry association. [http://www.epia.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/GMO\\_2013\\_-\\_Final\\_PDF.pdf](http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/GMO_2013_-_Final_PDF.pdf). Accessed March 2014

- European Commission Joint Research Centre, Ispra, Italy, Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)



- Huld T, Muller R, Gambardella A (2010) Integrating CM SAF data with PVGIS for Estimation of Solar Energy System Performance. CM-SAF 3rd User Workshop. Rostock, 06-08 September 2014, Germany

- Központi Statisztikai Hivatal (KSH), Hungarian Central Statistical Office (HCSO), Magyarország közigazgatási helynévkönyve, 2017. január 1., Gazetteer of Hungary 1 January 2017, Budapest, 2017, ISSN 1217-2952 [https://www.ksh.hu/docs/hun/hnk/hnk\\_2017.pdf](https://www.ksh.hu/docs/hun/hnk/hnk_2017.pdf)

- Pagola I, Gastón M, Fernández-Peruchena C, Moreno S, Lourdes Ramírez L (2010) New methodology of solar radiation evaluation using free access databases in specific locations. *Renew Energy* 35(12):2792-2798  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.04.034>

- Pavlović MT, Milosavljević D, Radivojević A, Pavlović M (2011) Comparison and assessment of electricity generation capacity for different types of PV solar plants of 1 MW in Soko Banja, Serbia. *Therm Sci* 15(3):605-618  
<https://doi.org/10.2298/TSCI110322065P>

- Pavlović T, Milosavljević D, Mirjanić D, Pantić L, Radonjić I, Piršl D (2013a) Assessments and perspectives of PV solar power engineering in the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina). *Renew Sust Energ Rev* 18:119-133. doi:10.1016/j.rser.2012.10.007  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.007>

- Pavlović TM, Milosavljević DD, Piršl DS (2013b) Simulation of photovoltaic systems electricity generation using homer software in specific locations in Serbia. *Therm Sci* 17(2):333-347  
<https://doi.org/10.2298/TSCI120727004P>

- Pavlović TM, Radonjić IS, Dragana D, Milosavljević DD, Pantić LS (2012) A review of concentrating solar power plants in the world and their potential use in Serbia. *Renew Sust Energ Rev* 16(6):3891-3902  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.042>

- Psiloglou, B.E. -Kambezidis, H.D. - Kaskaoutis, D.G. - Karagiannis, D. - Polo, J.M. (2020) Comparison between MRM simulations, CAMS and PVGIS databases with measured solar radiation components at the Methoni station, Greece, *Renewable Energy*, Volume: 146, Pages: 1372-1391, DOI: 10.1016/j.renene.2019.07.064  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.07.064>

- Psomopoulos, C. S. - Ioannidis, G. Ch. - Kaminaris, S. D. - Mardikis, K. D. - Katsikas, N. G. (2015) A Comparative Evaluation of Photovoltaic Electricity Production Assessment Software (PVGIS, PVWatts and RETScreen), Environmental Processes, Volume 2, Pages 175-189 (2015)  
<https://doi.org/10.1007/s40710-015-0092-4>

- Tamuli, B.R. - Saikia, S.S. - Nath, S. - Bhanja, D., (2020) Thermal performance analysis of a co-axial evacuated tube collector with single and two-phase flow consideration under North-eastern India climatic condition, Solar Energy, Volume: 196, Pages: 107-124, DOI: 10.1016/j.solener.2019.11.097  
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.097>

- Šúri M, Huld TA, Dunlop ED, Ossenbrink HA (2007) Potential of solar electricity generation in the European union member states and candidate countries. Sol Energy 81:1295-1305  
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.12.007>

- Šuri M (2007) Solar resource data and tools for an assessment of photovoltaic systems, Chapter 7, Status Report 2006, EUR 22752 EN, pp. 96-102

- Területi statisztikai adatok rendszere - TeIR, 2017, Központi Statisztikai Hivatal - KSH, Kommunális ellátás, környezet, Szolgáltatott összes villamosenergia mennyisége (MWh) 2017 (Település), valamint a Villamosenergia-fogyasztók száma (db) 2017 (Település)  
[https://www.teir.hu/rqdist/main?rq\\_app=tdm\\_nd&rq\\_proc=main](https://www.teir.hu/rqdist/main?rq_app=tdm_nd&rq_proc=main)

- Toledo, C. - Amillo, A.M.G. - Bardizza, G. - Abad, J. - Urbina, A. (2020) Evaluation of Solar Radiation Transposition Models for Passive Energy Management and Building Integrated Photovoltaics, Energies, Volume: 13, Issue: 3, Article Number: 702, DOI:10.3390/en13030702  
<https://doi.org/10.3390/en13030702>