

NAPERŐMŰ TERMELÉSBECSLÉSE RÖVIDTÁVÚ IDŐJÁRÁS ELŐREJELZŐ MODELL SEGÍTSÉGÉVEL

Gál Tamás – Mucsi László

1. A projekt bemutatása

A vizsgálat célja a 360 millió forintos beruházás keretében a Csongrád megyei Kistelek településen 499 kW beépített villamos teljesítményű napelemes kiserőmű helyszínen mért sugárzási és hőmérsékleti adatainak elemzése, valamint rövidtávú időjárási előrejelző modell alapján az erőmű termelésbecslésének kidolgozása.

A Kistelek déli határában elhelyezkedő naperőmű 11 000 m² területen került kialakításra, ahol 2 124 darab, egyenként 235W teljesítményű napelemet helyeztek el (1. ábra). Az egyes modulok déli irányba fordítva, 30 fokos szögben megdöntve lettek elhelyezve. A napelemek által előállított egyenáramot 15 darab inverter alakítja át váltóárammá. Az éves szinten megtermelt közel 632 ezer kWh elektromos áramot az EDF DÉMÁSZ Hálózati Elosztó Kft. által üzemeltetett közcélú elektromos hálózatba táplálja be a rendszer. Az erőmű termelése nagyságrendileg 160-180 átlagos háztartás évi elektromos áram felhasználását képes fedezni (www.solargate.hu).



1. ábra. A naperőmű (sárga téglalap) elhelyezkedése Kistelek határában

A naperőműves rendszerek esetén – mint ahogy bármely más megújuló energiaforrás esetében – a 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet előírja, hogy előzetes termelési menetrendet kell leadni. A termelés során, ha a ténylegesen értékesített

villamos energia mennyisége az érvényes menetrendtől $\pm 5\%$ -nál nagyobb mértékben eltér, akkor az erőmű tulajdonosa a többlet minden kWh-jára 5 Ft szabályozási pótdíjat köteles fizetni havonta a befogadónak. A napenergia kapcsán ez egy igen szűk keresztmetszet, mivel a termelést erősen befolyásolja a felhőzet mennyisége, és azt szerencsés időjárási helyzetekben nagy bizonyossággal csak maximum 1-4 napra lehet csak előre jelezni.

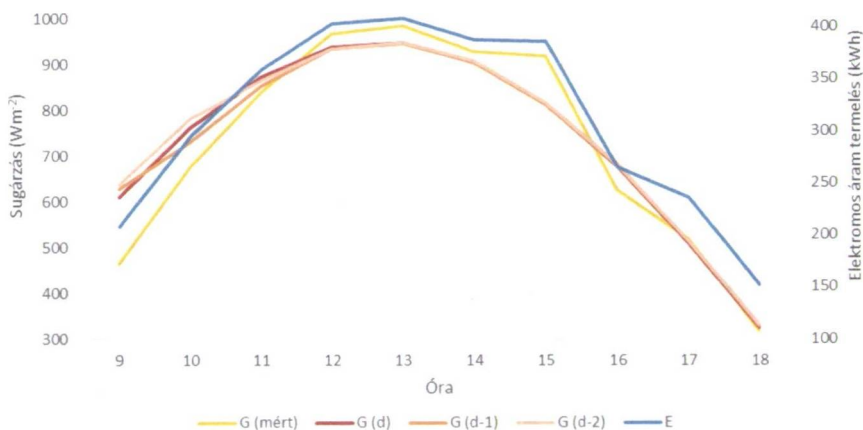
2. A kifejlesztett modell

A munka során adaptálásra került a WRF modell (Michalakes et al., 2004) az Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék szerverén. A modell a NOAA/NCEP szervezetek által készített globális időjárás előrejelzésből indul ki (GFS) (EMC, 2003). A globális modell Kárpát-medencére eső rácspontjaira vonatkozó 0 UTC-től induló előrejelzéseket naponta egyszer tölti le a rendszer. A GFS így rendelkezésre álló rácsfelbontása 1° . Ahhoz, hogy a vizsgált területre vonatkozó pontosabb előrejelzést megalkossuk a GFS adatokat felhasználva napi egyszer WRF szimulációt indítunk, amely 4 lépésben 1000 m felbontásra skálázza le az adatokat. Ezen előre jelzett mezőből minden nap kiíratjuk egy adatbázisba az elkövetkezendő 5 nap globálsugárzás adatait 1 órás időközönként. Az operatíván futó előrejelzési rendszer természetesen nem kizárólagosan a globálsugárzás adatokat jelzi előre; a főbb meteorológiai állapotjelzőkre vonatkozó előrejelzési eredmények Szeged környékére az Éghajlattani és Tájföldrajzi tanszék honlapján elérhető (adatok.geo.u-szeged.hu/wrf.php).

3. Esettanulmányok

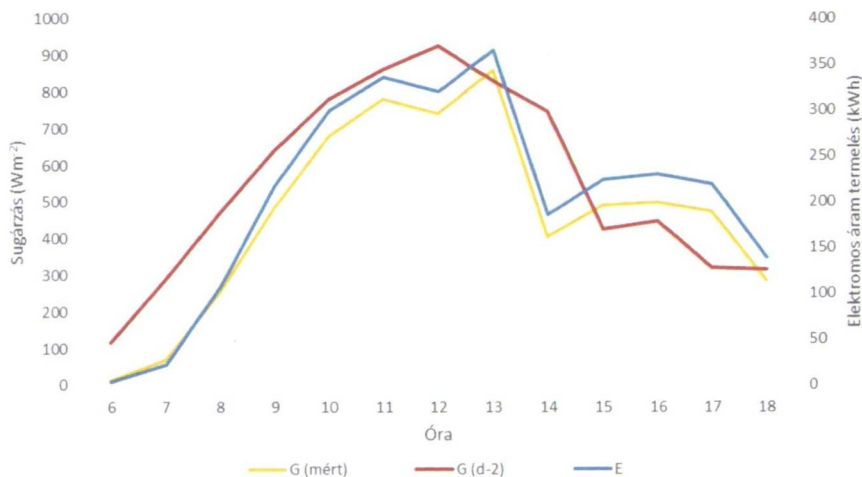
Munkánk során a rendelkezésre álló termelési adatokat valamint a naperőműtelepen helyben mért globálsugárzás adatokat hasonlítottuk össze a modell előrejelzésekkel. Mivel 5 napos előrejelzéseket készítettünk, ezért az egy adott napra vonatkozó előre jelzett besugárzás több modell szimulációból is rendelkezésre áll. A tapasztalat azt mutatja, hogy a legfrissebb érdemben használható előrejelzés egy adott napra vonatkozólag az a két nappal korábbi kezdőidőpontú szimuláció. Ennek a két napos késésnek technikai okai vannak, hiszen mind a GFS modell futásához, mind a GFS eredményeinek a letöltéséhez, továbbá a helyben futtatott WRF modell számításához és azok végeredményeinek automatikus kigyűjtéséhez is idő szükséges. Annak vizsgálatára, hogy ez a két nappal korábbi kezdőidőpontú modell pontossága mennyit romlik az aznapi kezdőidőpontú szimulációhoz mérten több vizsgálatot is végeztünk.

A 2. ábra szemlélteti, hogy egy adott napon (2014.5.21.) az előrejelzés és a mérések alakulását valamint a termelést. Az ábrán jól látszik, hogy a három különböző kezdőidőpontú előrejelzés jó egyezést mutat, csak a délelőtti órákban van érdemi eltérés köztük, ezek alapján kielégítő pontosságúnak tekinthető a 2 nappal korábbi kezdőidőpontú modell alkalmazása. A mért globálsugárzáshoz viszonyítva a modell jól közelítő eredményeket mutat.



2. ábra. A helyszínen mért (G mért), az előre jelzett (G d, G d-1, G d-2) globálsugárzás valamint a termelés (E) alakulása 2014. május 21-én

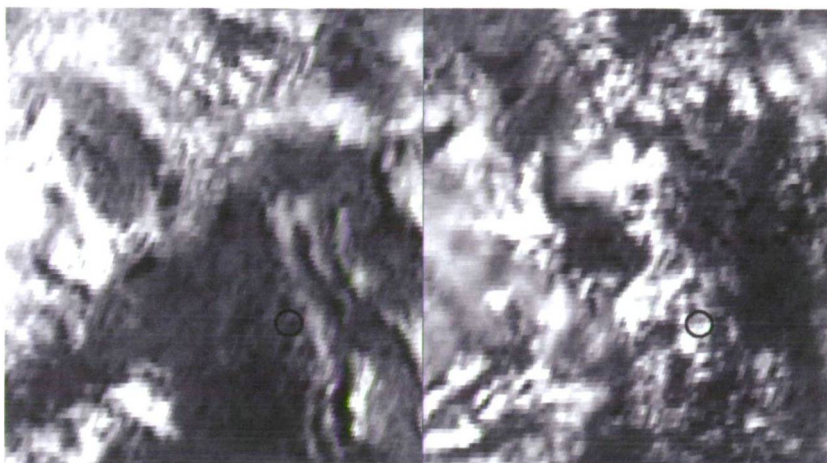
Jóval érdekesebb kérdés az, hogy a felhőzet változásaira mennyire érzékeny az előrejelző modell. Ennek szemléltetésére a 2014. 05. 29. napjára vonatkozó adatokat mutatja a 3. ábra. Jól látszik, hogy a délelőtti időszakban viszonylag zavartalan volt a besugárzás, azonban kora délután jelentősebb felhőképződés volt tapasztalható, ami mind a besugárzás mind a termelés értékeit mérsékelte. Az előrejelzés ennek a változásnak a tendenciáját egyértelműen jelezte.



3. ábra. A helyszínen mért (G mért), az előre jelzett (G d-2) globálsugárzás, valamint a termelés (E) alakulása 2014. május 29-én

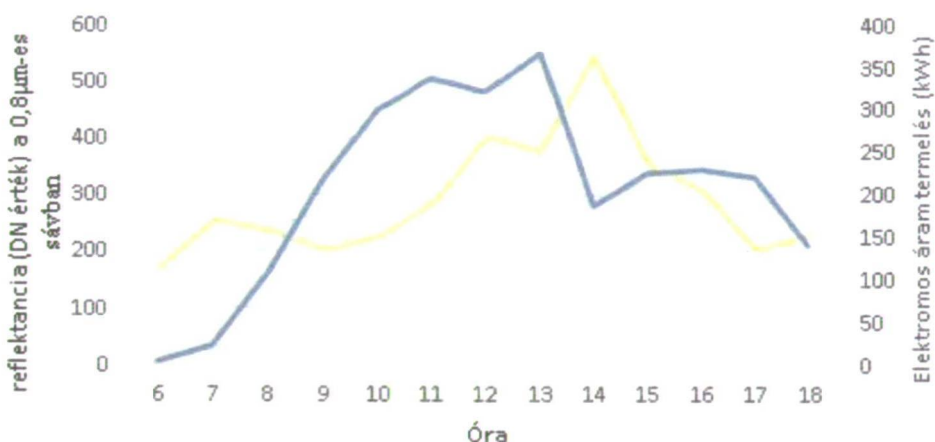
A felhőborítottság napon belüli változását műholdfelvételek segítségével követtük nyomon. A Meteosat geoszinkron pályán keringő meteorológiai műhold, melynek második generációjú tagjain a SEVIRI képalkotó berendezés 0,8 μm -es sávban 1 km-es

geometriai felbontású. Az SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszéke által üzemeltetett műholdas adattovábbító rendszeren rögzített, 15 perces időfelbontású űrfelvételekből válogattuk ki a 2014. május 29-ei felvételeket (4. ábra).



4. ábra. Az erőműtelep feletti felhőzet MSG felvételeken 2013. 05. 29-én (bal oldali kép 8 óra 45 perckor, a jobb oldali kép 13 óra 45 perckor készült, sötétebb szín a felhőmentes felszínt, a világos szín a felhőzetet mutatja)

Az UTM rendszerbe szoftveresen geokorrigált űrfelvételen, az erőműtelep koordinátái alapján kiválasztott képelem értékeit (intenzitásérték – DN érték) válogattuk ki. A felhőfedettség mértéke egyenesen arányos az intenzitásértékkel. Az órás termelési adatokat az UTC+2-0,25 órás műholdkép adatával vetettük össze, figyelembe véve a felhőborítottság változásának rövid idejű késleltetett hatását a termelésre nézve (5. ábra).



5. ábra. A MSG SEVIRI műholdfelvétel VIS 0,8 sávjában a felhőfedettséggel arányos intenzitásérték (sárga vonal), valamint az áramtermelés (kék vonal) alakulása 2014. május 29-én

Reggeli órákban megjelenő felhőzet még alig befolyásolja a teljesítményt. A kora reggeli felhőzet hatására a termelt energia mennyiségének növekedése kisebb mértékű (a görbe meredeksége kisebb, mint a 7 és 10 óra közötti időszakra eső áramtermelési görbeszakasz meredeksége). A felhőmentes 7-10 óra közötti időszakban a termelt áram mennyisége meredeken emelkedik, ami a napsugarak beesési szögének növekedéséből származik. Ekkor nagyobb szögben érkezik a napsugárzás a napelem-táblákra, mint reggel. Emellett a napsugarak egyre rövidebb utat tesznek meg a nagyobb vízgőztartalmú légrétegekben. Ez utóbbi folyamat hatását bizonyítja, hogy 10 órától folyamatosan nőtt a levegő páratartalma, ill. a felhőborítottság az erőműtelep fölött, viszont a termelt áram mennyisége alig csökkent. Órás bontásban a termelt áram mennyisége 13 órakor volt a legmagasabb, amikor már a felhőfedettség kétszerese volt a kora reggeli értéknek. A felhőborítottság tovább növekedett (a napsugarak beesési szöge csökkent), így a termelt áram mennyisége jelentősen visszaesett. Az áramtermelés grafikonjának lokális minimuma egybeesik a reflektancia érték DN értékben kifejezett lokális maximumával 14 órakor. A délutáni órákban (14-16) a felhőzet gyors csökkenése még lehetőséget biztosított az áramtermelés emelkedésének. A késő délutánra (16-18 órára) kitisztuló égbolt mellett (de a napsugárzás egyre csökkenő beesési szöge miatt) is ugyan fokozatosan csökkenő értékben, de elég jó hatékonysággal lehetett a telepet üzemeltetni.

4. További lehetőségek

Az itt bemutatott együttműködés és projekt jelenleg még nem zárult le. A vizsgálatoknak további fontos célja, hogy a globálsugárzás és a termelés között fel kell tártani, hogy milyen jellegű kapcsolat áll fenn. Ennek végeredménye egy hely specifikus korrekciós képlet, amely figyelembe veszi az adott naperőmű fizikai adatait, elhelyezkedését, továbbá a főbb meteorológiai állapothatározók (globálsugárzás, hőmérséklet, szél) és az erőmű fajlagos teljesítménye közötti kapcsolatot. Mindehhez még hosszabb mérési periódus adataira van szükség, azonban egy ilyen korrekciós formula kifejlesztése lehetővé teszi a termelésbecslés automatizálását, törvényi előírásokban megnevezett termelési menetrend elkészítését valamint annak elkerülését, hogy a hasonló méretű naperőművek a változékony időjárás miatt zöld energia mellett folyamatos jelleggel bírságot is termeljenek.

Irodalom

- Michalakos J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W. (2004): *The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance*. 11th ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology, Reading U.K., European Centre for Medium Range Weather Forecasts.
- EMC (2001): *The GFS Atmospheric Model*. NCEP Office Note 442, 14 pp.