

Bartók Blanka – Bartha Tamás

**Napenergia-hasznosítás szerepe a Hargita megye szétszórta településeinek
villamos energia ellátásában**

A tanulmányban Hargita megye azon nem villamosított településeit vizsgáltuk, ahol a villamos hálózat kiépítése a jövőben sem valószínű meg gazdaságosan. A megye globálsugárzási térképének elkészítése, valamint egy szigetüzemű fotóvoltaikus rendszert technikai és gazdasági számításai alapján bebizonyosodott, hogy az adott térségben egy független, környezetkímélő technológiával gazdaságosabban megtermelhető a háztartások számára szükséges elektromos áram, mintsem a térségben kiépíteni a villamos energia hálózatot.

Kulcsszavak: villamos hálózat, napenergia, szétszórta települések

JEL-kód: R12, L94

Bevezető

A bennünket körülvevő természetes és antropogén környezeti rendszerek megóvása és körültekintő fejlesztése az emberi életminőség javításának egyik legfontosabb alapkritériuma. A környezeti szempontokat is figyelembe vevő infrastruktúra fejlesztése pedig megteremtheti a gazdasági átalakulás alapjait.

Napjainkban az elektromos hálózat megléte az alapvető infrastruktúra egyik legfontosabb eleme, amelynek hiánya miatt egy település számos negatív következménnyel szembesülhet. E negatív következmények egyike lehet az elnéptelenedés, a potenciális vállalkozók és beruházók távol maradása az adott térségtől, vagy a turisztikai forgalomból származó bevételi források elmaradása. Továbbá negatív következményként tekinthető, ha az adott település különböző pályázati és fejlesztési összegektől esik el egy olyan elbírálási folyamat során, ahol az elektromos hálózat hiánya, mint infrastrukturális hiányosság, kizáró jellegű ok lehet.

Hargita megye villamosítási helyzete

A teljes villamos energiafogyasztást tekintve a Közép Fejlesztési Régió belül Hargita megye az utolsó előtti helyen áll, ugyanúgy a háztartási energia felhasználást tekintve is, ha viszont a háztartási átlagfogyasztást a megye népességéhez viszonyítjuk, akkor már harmadik helyen található a régió hat megyéje között (*ICEMENERG S.A.* 2008). A Gazdasági és Kereskedelmi Minisztérium (MECMA) 2006-os felmérés alapján Hargita megye területén található a legtöbb nem villamosított háztartás, számszerűen 1360, amely regionális viszonylatban 26,76%-ot jelent

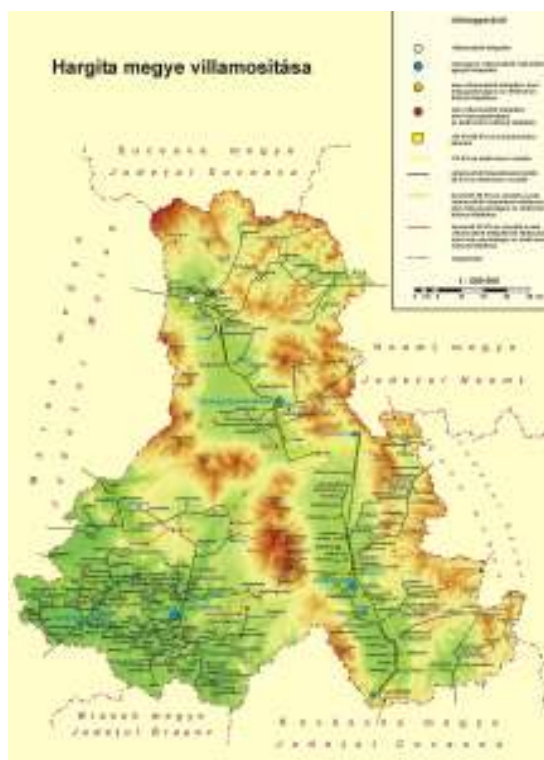
Az ANRE 2010, EFTS 2010 adatai alapján Hargita megye villanyhálózatának 70%-a elavultnak tekinthető, amely igencsak magas meghibásodásokkal jár. A megyében szinte nincsen olyan település, ahol ne kellene fejleszteni, vagy bővíteni az elektromos hálózatot. Ugyanakkor Hargita megye területén 2010-ben az EFTS villamosítási vállalat kimutatásai alapján összesen 44 településen 1935 villamosítatlan háztartás volt. Ezek közül 880 villamosítatlan háztartás olyan nem villamosított vidéki település területén volt, ahol a villamosítási vállalat pénzügyi elemzései szerint még gazdaságos lenne a hálózati villamosítás megvalósítása. Ez azt jelenti, hogy az egy háztartásra eső villamosítási költség nem lépi túl a pénzügyi elemzések során meghatározott 50.000 RON felső határt.

Találunk viszont olyan nem villamosított vidéki településeket, amelyek esetében gazdaságossági okoknál fogva már nem éri meg a vezetékek kiépítése. Ebben az esetben azért nem gazdaságos a kiépítés, mert ezek a települések szétszórtnak, sok esetben hegyvidéken helyezkednek el, kevés háztartással rendelkeznek, és az egy háztartásra eső kiépítési költség meghaladja az 50.000 RON-t (EFTS 2010). A további vizsgálatban az utóbbi csoportba tartozó települések háztartásait vizsgáljuk.

A nem gazdaságos beruházású Hargita megyei nem villamosított vidéki települések villamosítási költségei

A villamosítási vállalat 2010-es kimutatásai alapján Hargita megye területén 11 olyan hátrányos helyzetű vidéki település van, amelyek infrastruktúrájából hiányzik a hálózati áramellátás és a gazdasági elemzések alapján túlságosan is költséges lenne annak kiépítése. Ezeken a településeken összesen 298 háztartást kellene a villamos hálózatra csatlakoztatni.

A 2. ábra a nem gazdaságos villamosítással rendelkező települések villamosítási költségeit szemlélteti településenkénti és háztartásonkénti lebontásban. A települési összköltség a Gyergyóholló községhez tartozó Szálka-völgye település esetében a legmagasabb, 6.654.499 RON, az egy háztartásra eső költség 63.376 RON-ba kerül. A nem gazdaságos villamosítású települések közül itt található a legtöbb, azaz 105 villamosítatlan háztartás.

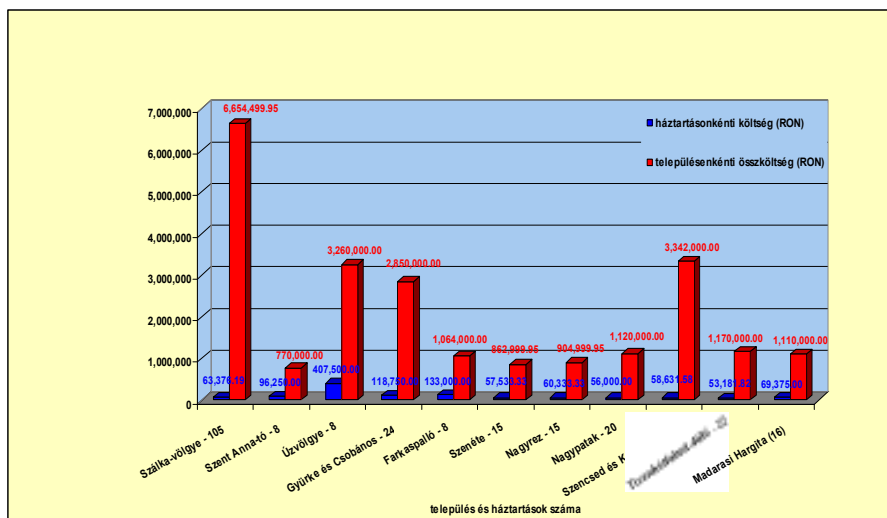


1 ábra: Hargita megye villamosítása 2011-ben

Készítette: Bartha Tamás a S.C. ELECTRICA FURNIZARE TRANSILVANIA SUD S.A. adatai alapján

A második legköltségesebb villamosítási beruházás a Farkaslaka községhez tartozó Szencsed és a Korondhoz tartozó Kalonda szórványtelepülések esetében figyelhetők meg. Az esetleges villamosítás e két település esetében összesen 57 háztartásában oldaná meg az elekt-

romos áram hiányából adódó gondokat. A szükséges villamosítási tervekben a harmadik legköltségesebb a Csíkszentmártonhoz tartozó Úzvölgye település villamosítása, amelynek összértéke 3.260.000 RON. Szintén Úzvölgye esetében figyelhető meg a legnagyobb háztartásonkénti költség, háztartásonként 407.500 RON. Az áramellátás gondja ezen a településen Szent Anna-tóhoz és Farkaspallóhoz hasonlóan csupán 8 háztartást érint



2. ábra: A nem villamosított Harghita megyei vidéki települések villamosítási költségei, ahol nem gazdaságos a villamos hálózat kiépítése

Forrás: S.C. ELECTRICA FURNIZARE TRANSILVANIA SUD S.A., 2010

A negyedik helyen a Csíkszentgyörgyhöz tartozó Gyúrke és Csobános települések állnak, amelyeken a villamosítási összköltség 2.850.000 RON, míg a 24 háztartás mindegyike számára külön-külön pedig 118.750 RON-ba kerülne. A legkisebb háztartásonkénti villamosítási költség 53.181 RON a Kápolnásfaluhoz tartozó Tizenhétfalusi-dűlő településrésztében jelentkezik. A 11 vidéki település esetében pedig a legalacsonyabb településszintű összköltség mindössze 770.000 RON, amely Szent Anna-tó esetében látható (EFTS 2010).

Javaslat a hátrányos helyzetű villamosítatlan vidéki települések háztartásainak alternatív áramellátására

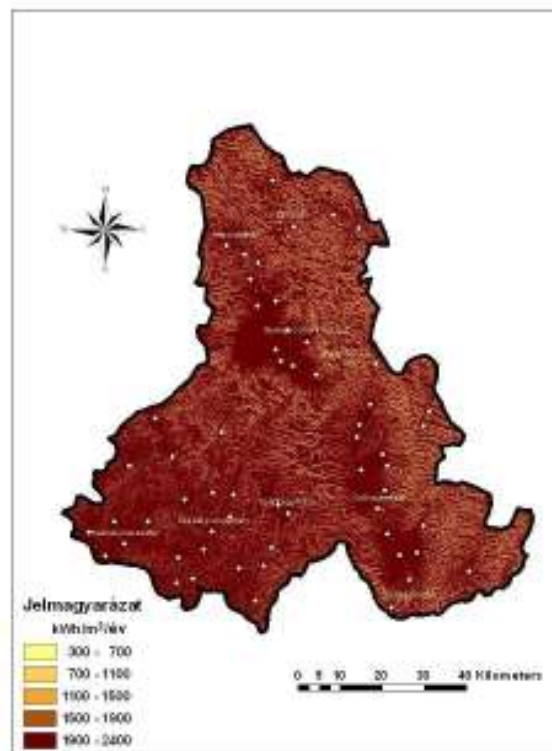
A tanulmány során a hátrányos helyzetű vidéki települések esetében egy olyan alternatív villamosítási megoldás lehetőségeit vizsgáljuk, amely egyrészt biztosíthatná a háztartások szükséges áramigényét, ugyanakkor versenyképesebb megoldás lenne a hagyományos hálózati áramellátással szemben. A megújuló energiaforrások közül a napenergia alkalmazása nemcsak egy környezetkímélő megoldás, hanem egy olyan lehetőség is, amely, bár hosszabb távon térül meg, de sok szempontból előnyösebbnek mutatkozik, mint a konvencionális megoldások. Mindenekelőtt fontos megvizsgálni, hogy milyen napsugárzási potenciállal rendelkezik Harghita megye területe. Ezt követően lényeges lépésként meghatározni a szóban forgó települések háztartásainak áramigényét, amelyet napenergia-hasznosítással szeretnénk megoldani hálózati villamosítás helyett. Mindezek után szükséges a villamos áramot előállító fotóvoltaikus rendszer működési-, illetve költségelírására és az arra igényelhető állami támogatás ismertetése.

Napenergia potenciál Hargita megye területén

Hargita megye estében a 10 éves globálsugárzás átlagértéke $950 - 1050 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$, az éves átlagos napsütéses órák száma pedig $1350 - 1500$ óra. Az egész ország területére jellemző azonban, hogy egy átlagos napi sugárzásmennyiség nyáron akár ötször is nagyobb lehet, mint a téli évszakban (ANRE/ARCE, 2006). Mindezek mellett azonban egy derűs téli napon akár $4-5 \text{ kWh/m}^2/\text{nap}$ sugárzási energiamennyiséget hasznosíthatunk úgy, hogy ennek a mennyiségnek az alakulását nem befolyásolja a környezeti hőmérséklet (ISPE 2010).

A 3. ábra Hargita megye éves globálsugárzás összegeit mutatja, amelyet az STRM digitális domborzatmodell és az ESRI ArcGis térinfotmatikai program segítségével készítettünk el a Bartók 2011 tanulmányban meghatározott légköri parametrizációt használva. A 3. ábra szerint a minimális és maximális sugárzási összegek közti különbség mintegy $2100 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$. A legkisebb éves sugárzási összegek $300 - 700 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ között vannak és a magasabb tengerszint feletti magassággal rendelkező részekben jellemző leginkább. A globálsugárzás éves összegeinek legnagyobb értékei $1900 - 2400 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ között alakulnak a nagyobb hegyközi medencék esetében.

A domborzat sugárzásmódosító hatása a különböző kitettségű lejtők esetében is megnyilvánul, a sugárzási térképen szépen elkülönülnek a völgyek északi, illetve déli oldalai az itt mutató globálsugárzásbeli különbségek miatt.



3. ábra: Hargita megye globálsugárzás térképe
Készítette: Bartha Tamás

Napelemes rendszer tervezése az átlagos háztartási igényeket figyelembe véve

A szigetüzemű napelemes rendszer megtervezése esetében a fő szempont, hogy az a lehető legnagyobb mértékben kielégítse a háztartási villamos energia igényeket, valamint, hogy a rendszer teljes beruházási költsége ne haladja meg az ELECTRICA által meghatározott 50.000 RON költséghatárt, amely felett nem gazdaságos számára a háztartásonkénti hálózati villamosítás. Ez utóbbi szempontot azért fontos szem előtt tartani, mert ha a rendszer összköltsége nem lépi át ezt a határértéket, akkor versenyképesebbnek bizonyul a konvencionális hálózati villamosítással szemben, feltéve, ha képes fedezni a minimális háztartási igényeket.

A tervezés első lépéseként meg kell vizsgálnunk a háztartásban az áramfogyasztási jellemzőket. Egy átlagos vidéki háztartás villamos energiaigényének meghatározása, az európai normákat szem előtt tartva (TURCU 2008), a következő paraméterek figyelembevételével történik:

- az igények kielégítésére alkalmazott legszükségesebb elektromos berendezések kerüljenek a háztartási használatba
- az elektromos berendezések gazdaságossági szempontból a lehető legalacsonyabb fogyasztási mutatóval rendelkezzenek
- az egyes háztartási fogyasztók működési időtartamának meghatározásánál viszont a nappalok átlagos havi hosszát, valamint a háztartásokban együttélő családtagok átlagos életvitelét, szokásait kell figyelembe venni. Egy átlagos vidéki háztartás lakóinak napi tevékenysége általában 4:00, 5:00 órától 22:00, 24:00 óráig zajlik.

Az 1. táblázat egy háztartás elektromos berendezéseinek elektromos teljesítményét, napi használati idejét, valamint a háztartás egy napi és végül a havi elektromos energiafogyasztását mutatja. A háztartás teljes egy napi fogyasztása átlagosan 5380 Wh (5,38 KWh), míg a teljes egy havi fogyasztás 161,4 KWh

1. táblázat: A háztartási fogyasztók napi, illetve havi áramfogyasztása a használati idő függvényében

Fogyasztó	Teljesítmény (W)	Használat/óra	Energiaszükséglet naponta (Wh)	Energiaszükséglet havonta (kWh)
TV	100	4	400	161.4 KWh
asztali számítógép	120	4	480	
hűtőszekrény	160	10	1600	
mosógép	1400	0.6	840	
takarékos égő 8db*20W	160	4	640	
DVD lejátszó, rádió	30	4	120	
háztartási gépek	1300	1	1300	
Teljes energiaszükséglet/nap			5380	

Forrás: saját mérések alapján

A 2. táblázat egy 2 KW-os szigetüzemű napelemes rendszer összetevőit, valamint ezek egységárát tartalmazza. Megfigyelhető, hogy a rendszer összetevőinek egységárai közül az inverter ára legmagasabb (1250 €). Az utolsó oszlopban található ÁFA-s árak az országos szinten alkalmazott 24 %-os hozzáadott érték függvényében lettek kiszámolva. Ennek értelmében a javasolt szigetüzemű napelemes rendszer ára 11.910,82 €, ami 49.189,30 RONnak felel meg (2011. június 5-i BNR - Román Nemzeti Bank - valutaárfolyama alapján 1 € = 4,1298 RON), vagyis nem lépi át az ELECTRICA számára már gazdaságtalannal tekinthető költséghatárt.

Az Országos Környezetvédelmi Alap (Administrația Fondului Pentru Mediu) 2011. június 1-én bocsátotta ki a 2011-es évre szóló "Zöld Ház" programot (ORDIN Nr. 1274 din 20 aprilie 2011). Az ország 42 megyéjének összesen 100 millió RON-t különítettek el a program keretében. Ez szerint Harghita megye számára a 326.222 lakos függvényében meghatározott támogatási

keret nagysága 1.504.646 RON (Anexa Dispozitia 350/19.05.2011). Az Országos Környezetvédelmi Alap által folyósított vissza nem térítendő állami támogatásra azok a fizikai személyek pályázhatnak, akik háztartásuk energiaigényének egy részét megújuló energiából szeretnék előállítani. A sikeresen pályázók számára folyósított keretösszeg napelemes és napkollektoros rendszerek vásárlása esetén 6.000 RON.

2. táblázat: A javasolt 2 KW-os szigetüzemű napelemes rendszer költségei

Alkatrész megnevezése	Darabszám	Egységár	Teljes ár (ÁFA nélkül)	Teljes ár (ÁFA-val)
SANYO HIP-200 BA 19 típusú 48V/200 W-os napelem	10 db	638.55 €	6,385.50 €	7,918.02 €
POWER MASTER PM 3000L típusú 24/48VDC/230VAC-50HZ 3000W-os tiszta szinuszos inverter	1 db	1,250 €	1,250 €	1,550 €
POWER MASTER 60A-es töltésszabályozó	1 db	370 €	370 €	458.80 €
BSB POWER típusú 12V/250Ah-ás szolár akkumulátor	4 db	350 €	1,400 €	1,736 €
tervezési, szállítási és szerelési költség		200 €	200 €	248 €
Összesen			9,605.50 €	11,910.82 €

Forrás: www.as-solar-er.com, 2010

Az 2. táblázatban javasolt szigetüzemű napelemes rendszer teljes árába (49.189 RON) beleszámítjuk az esetlegesen megnyert 6.000 RON összegű állami támogatást, akkor így ez a teljes rendszer ár 43.189 RON lesz.

A 2. ábra alapján Úzvölgye esetében az egy háztartásra jutó költség 407.500 RON, míg Tizenhétfalusi-dűlő esetében egy háztartás villamosítási költsége 53.181 RON. A 2. táblázat értékeit figyelembe véve az úzvölgyi háztartás egy szigetüzemű napelemes rendszer működtetésével 358.310,7 RON többletkiadástól mentesülne, Tizenhétfalusi-dűlő településen pedig egy háztartás esetében 3.992 RON megtakarítás jelentkezne az ELECTRICA által megvalósítható hálózati villamosítással szemben.

Következőekben azt vizsgálunk, hogy mennyi energiát képes a javasolt rendszer termelni. A 2. táblázatban található SANYO HIP-200 BA 19 típusú 200 W teljesítményű napelem felülete 1,18 m², ennek megfelelően a 10 db, 2 KW összteljesítményű napelem összesen 11,8 m² felületet foglal majd el. Ha ezt a 11,8 m² felületet 1 óra leforgása alatt végig 1000 W/m² teljesítményű napsugárzás éri, akkor ez idő alatt ez a napelem 2 KW elektromos teljesítményt képes leadni. Ez a sugárzási érték természetesen térben és időben erősen változik. A szigetüzemű rendszer által termelt energiamennyiséget 4 db BSB POWER típusú 12V/250Ah-ás akkumulátor tárolja. Mivel a sorosan összekapcsolt akkumulátorteleg feszültsége 48V lesz, de marad a 250Ah telepkapacitás, ebből kiszámítható, hogy az akkumulátorok legfennebb 48Vx250Ah = 12.000 Wh (12 KWh) energiát képesek tárolni együttesen. A feszültségszabályozó logikai vezérlése viszont

nem engedi az akkumulátorokat 20 % alá kisütni, ezért a belőlük felhasználható energia csupán 80 % lesz, vagyis összesen 9.600 Wh (9,6 KWh) áll majd a rendelkezésünkre a felhasználásban. Az ELECTRICA által szolgáltatott hálózati áram esetében a 2011 januárjában a lakossági díjszabás szerint 1 KWh villamos energia értéke 0,53 RON, így a 9,6 KWh energia 5,08 RON-ba kerülne.

A megtermelt villamos energia pontos meghatározásánál a 3. ábra éves globálsugárzás értékeit kell figyelembe vennünk. A térkép szerint a legkisebb éves sugárzási összeg 300 kWh/m²/év, míg a legmagasabb 2400 kWh/m²/év. Az 300 kWh/m²/év értékkel dolgozva kiszámítható, hogy ebből a mennyiségből átlagosan egy napra az év folyamán 821,91 Wh/m²/nap (0,82 kWh/m²/nap) sugárzási energia jut. Ez a sugárzási érték a gazdaságtalan villamosítású nem villamosított vidéki települések esetében Csobános, Gyürke, Úzvölgye, Farkaspalló településekre jellemző. Ebből a napi sugárzási energiából a 2. táblázat alapján leírt szigetüzemű rendszer napelemei naponta átlagosan 1,64 KWh villamos energiát képesek termelni, melynek 80%-t, vagyis 1,31 KWh-t használhatunk fel naponta. Ez az energiamennyiség az ELECTRICA 0,53 RON/KWh díjszabásával számolva napi 0,69 RON értékű energia lesz, éves szinten 252 RON jövedelmet jelent.

A legnagyobb, azaz 2400 kWh/m²/év sugárzási összeggel számolva, amely például Szenéte területére jellemző, a javasolt szigetüzemű rendszer napelemei naponta átlagosan 13.150 Wh (13,15 KWh) villamos energiát képesek termelni, melynek 80 %-át (10,52 KWh) hasznosíthatjuk. Ez a mennyiség az ELECTRICA háztartási fogyasztókra vonatkozó díjszabása szerint 5,57 RON-t jelent naponta. Ez éves viszonylatban összesen 2033 RON-t jelent. A berendezés jelenlegi árát tekintve ez egy 21 éves megtérülési időt jelent, ami arra utal, hogy ezek a berendezések kedvező sugárzási viszonyok mellett akár a gazdaságosnak tekinthető elektromos hálózat kiépítésével is versenyképesek.

Összegzés

Hargita megye területén 2010-ben a S.C. ELECTRICA TRANSILVANIA SUD S.A. villamosítási vállalat kimutatásai alapján 11 olyan hátrányos helyzetű vidéki település található, amelyek esetében a hálózati villamosítással kivitelezett áramellátás a pénzügyi elemzések alapján nem lenne gazdaságos. Ezen a 11 településen a 298 villamosítatlan háztartás számára a villamos hálózat kiépítési költsége egyenként meghaladná az 50.000 RON felső költséghatárt. A hasonlóan hátrányos helyzetű települések számára a villamos hálózat, mint nélkülözhetetlen alapvető infrastruktúra, kiépítése helyett gazdaságosabb lehet az alternatív energiákat alkalmazó megoldás. Ilyen kézenfekvő megoldás lehet a szigetüzemű napelemes rendszer, amely környezetbarát volta mellett számos előnnyel rendelkezik a konvencionális hálózati villamosítással szemben. A megye globálsugárzási viszonyait figyelembe véve megtervezhető olyan napenergia rendszer, ami képes megtermelni egy átlagos háztartás energiaigényét, ugyanakkor gazdaságilag sokkal gazdaságosabban kivitelezhető, mint a nemzeti villamos energia hálózat kiépítése. További előny, hogy szétszort vidéki településeken a szigetüzemű napelemes rendszer működését, mint decentralizált energiaellátó rendszert, kevésbé befolyásolják a természeti és antropogén eredetből származtatható meghibásodások, ellentétben a konvencionális energetikai rendszerekkel.

Felhasznált irodalom

- Bartók B.; Imecs, Z.; Barabás D. (2011): *A Görgényi-plató sugárzási viszonyainak vizsgálat a térinformatikai módszerekkel*, In. VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia Kiadványa, ÁBEL Kiadó, 2011, pp. 175-180
- Turcu, I. (dir. proiect ICEMENERG S.A.), ICPE S.A., UV TÂRGOVIȘTE, ISPE S.A., IPA S.A., ELECTRICA SISE-TN S.A. (2008): *Studiu de soluții privind electrificarea rurală din surse regenerabile de energie în contextul dezvoltării durabile*. Programul 100 de gospodării electrificate prin utilizarea SRE în România București
- S.C. Electrica Distribuție Transilvania Sud S.A (EFTS) - Sucursala de Distribuție, Miercurea-Ciuc, jud. Harghita
- www.afm.ro (Administrația Fondului pentru Mediu)
- www.anre.ro (Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei)
- www.icmenerg.ro (S.C. Filiala Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice S.A.)
- www.ispe.ro (S.C. Institutul de Studii și Proiectări Energetice S.A.)
- www.minind.ro (Ministerul Economiei, Comerțului și Mediului de Afaceri)
- www.as-solar-er.com (S.C. AS Solar ER S.R.L. - Székelyudvarhely)
- ORDIN Nr. 1274 din 20 aprilie 2011 pentru aprobarea Ghidului de finanțare a Programului privind instalarea sistemelor de încălzire care utilizează energie regenerabilă, inclusiv înlocuirea sau completarea sistemelor clasice de încălzire, PUBLICAT ÎN: MONITORUL OFICIAL NR. 310 din 5 mai 2011