



A globálisugárzás elméleti és gyakorlatilag hasznosítható potenciáljának meghatározása domborzatmodell alapján, zempléni mintaterületeken

Szalontai Lajos

Miskolci Egyetem, Földrajz Intézet, 3515. Miskolc-Egyetemváros
ecoszalo@uni-miskolc.hu

Bevezetés

A XXI. század során még mindig jellemző a XX. század közepe óta rohamosan növekvő energiaigény, mely kielégítésére és a fosszilis energiahordozók kiváltására a megújuló energiaforrások felhasználását kell ösztönözni/lehetővé tenni.

Ebben a cikkben egy nemrég elkezdett kutatásomat szeretném, amely két borsod-abaúj-zemplén megyei kistérség, a sátoraljaújhelyi- és a sárospataki globálisugárzás potenciáljának összehasonlításáról szól. A két szomszédos kistérség részben azonos természetföldrajzi adottságú terület. Ezen területek részletesebb vizsgálatával megoldást szeretnék találni a fotovoltaiikus (PV) elem¹ és napkollektoros² berendezések optimális/ideális helyeinek kiválasztására és a hasznosítható besugárzás értékek meghatározására.

Módszer

A potenciál számítások alapjául 10 méteres felbontású domborzatmodellt használtam fel. Az ArcGIS 9.2-es program segítségével két módon végeztem számítást. Az első módszer alapját lejtőmeredekség és a lejtőkitettség kategóriák képezik. A szükséges lejtőmeredekség és lejtőkitettség állományokat domborzatmodellből származtattam. A lejtőszögek csoportjánál 4 kategóriát állítottam be, melyek a következők voltak: 0-15°, 16-25°, 26-45°, 46-75°, (kiemelendő, hogy a napenergiát hasznosító berendezések szögének ideális mértéke a vízszintessel bezárt 35-45° közé esik (Bobok E. – Tóth A. 2005, Gööz L. 2005), illetve Dél felé néznek az északi félgömbön). A csoport felosztáshoz elengedhetetlen alapot nyújtott az 1. táblázatban látható számítás (Gööz L. 2005.), mely a dőlésszög befolyását mutatja az északi-szélesség 45-50° között egy 1 kWp teljesítményű napelem elvi átlagos energia hozamára déli irányú telepítés esetén.

¹ Fotovoltaiikus elemek, másnéven PV cellák alatt a szinte teljesen szilíciumból elkészült fotovillamos energiaátalakító paneleket értjük, melyeket hétköznapi nyelven napelemeknek hívunk (Bobok E. – Tóth A. 2005)

² Napkollektor megnevezéssel a közvetlen vagy szórt sugárzás összegyűjtése által hőt előállító berendezéseket illetjük víz, levegő vagy más hő közvetítő fluidum/közeg által (Bobok E. – Tóth A. 2005)



Le kell válogatni továbbá még a sík és a DDK-i - DDNY-i kitettségű lejtőterületeket. Erre azért volt szükség, mert a napenergiát hasznosító eszközöknek ezek az ideális beállítási paraméterei, mivel az északias oldalak árnyékosabbak, így ott a szórt sugárzás a jellemzőbb.

1. táblázat

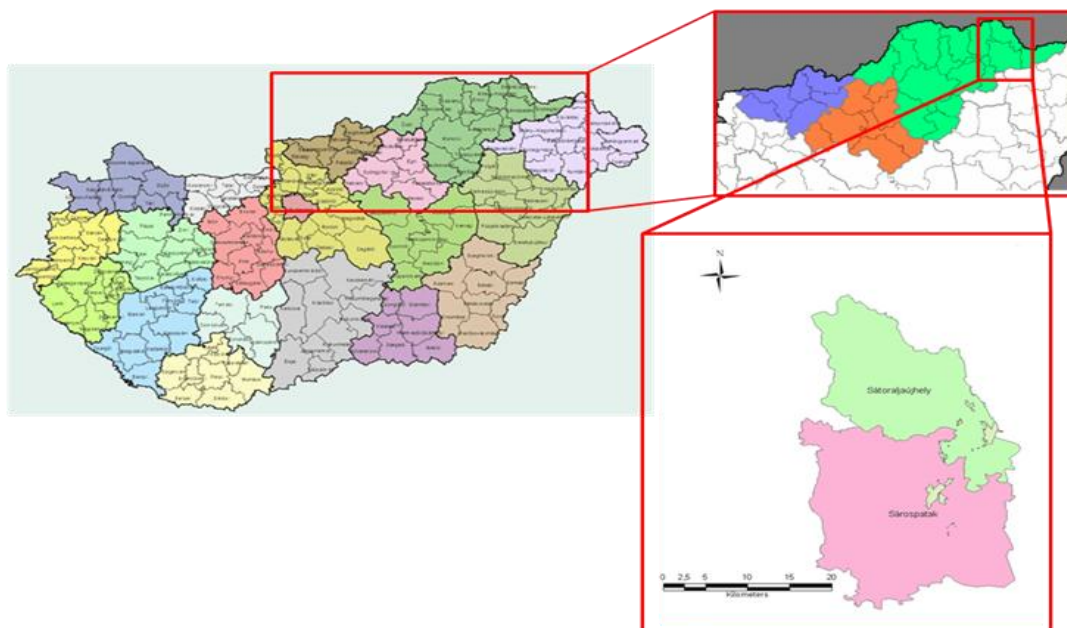
A dőlésszög befolyása az északi-szélesség 45-50° között egy 1 kWp teljesítményű napelem elvi átlagos energia hozamára deli irányú telepítés esetén
(saját szerkesztés - Gööz L. 2005 alapján)

Dőlésszög	kWh/nap (átlag)	kWh/év (átlag)
0-15	3,3	1200
15-25	3,97	1450
25-45	4,1	1500
45-70	3,8	1390
70-90	2,7	900-1000

A második módszerrel az ArcGIS 9.2-es program Spatial Analyst kiegészítőjének az eszközei között megtalálható Solar Radiation programot alkalmaztam (Pinde Fu, Paul Rich – Solar radiation calculation engine), mellyel egy a program által generált/kalkulált globálsugárzás térképet tudunk létrehozni.

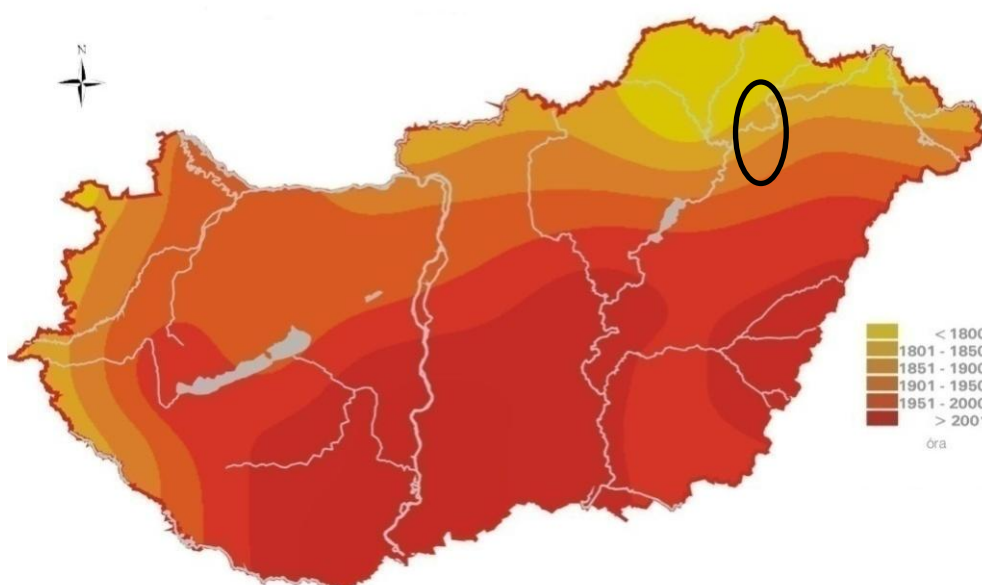
A mintaterületek természetföldrajzi jellemzői

A Zempléni-hegység (Eperjes-Tokaji-hegység) Magyarország északkeleti részén, a magyar-szlovák határon túlnyúlva foglalja el a helyét a Kárpát-medencében, a Bodrog és Hernád folyók ölelésében (1. ábra). Az Alföld és a Hernád széles síkságából fokozatosan kiemelkedő Szerencsi-dombvidékkel kezdődik, északkeleti irányba húzódva Tállya és Mád felett már 600 méteres magasságot is meghaladja és az ország határán, a Nagy-Milicben, a Remete-hegy csúcsán éri el a 894 méteres csúcsmagasságot. Innentől fokozatosan ereszkedik Eperjesig a vonulat (Peja Gy. 2000).



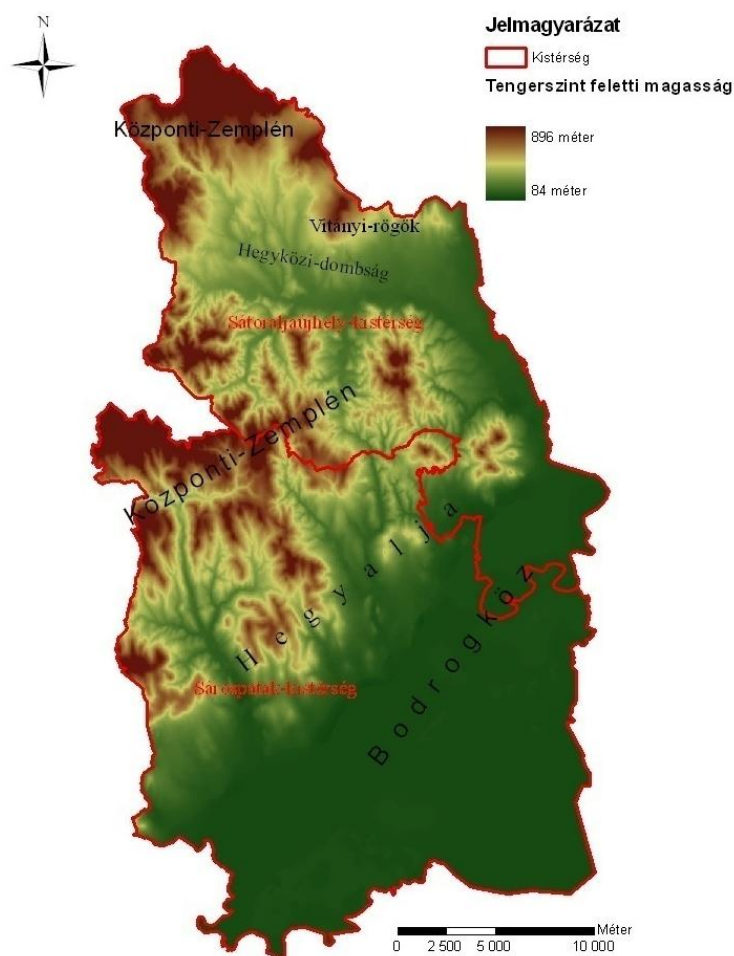
1. ábra A vizsgálat alá vont két kistérség elhelyezkedése Magyarországon

Felszíni tagoltsága miatt a térség éghajlata nagyon változatos. Az éves napsütéses órák száma 1850-1900 (2. ábra). Az évi középhőmérséklet a hegység északi részén 6-7 °C, a szélvédett és naposabb déli oldalakon, a sík területeken eléri a 8-9 °C-ot is. Az évi csapadékmennyiség a hegyekben jellemzően 650 mm feletti, míg a sík tájakon 600 mm alatti (Havassy A. – Németh Á. 2007).



2. ábra A napsütéses órák száma Magyarországon (és a vizsgált két kistérség területén)
forrás: OMSZ adat- és térképtár

A vizsgált kistérségek szomszédosak egymással, viszont felszíni tagoltságuk eltérő. Míg nyugati oldalukat az Eperjes-Tokaji-hegység szegélyezi, addig keleti és déli oldalról a Sárospataki-kistérséget a Bodrogi-kistáj határolja. A Sátorlajújhelyi kistérség területén ellenben nem számottevő a sík Bodrogi-kistáj részaránya, sokkal inkább a tagolt felszínű, hegyvidéki jelleget öltő Hegyközi-dombság és a Vitányi-rögök találhatók meg a terület keleti, északkeleti részén (3. ábra) (Dövényi Z. 2010).



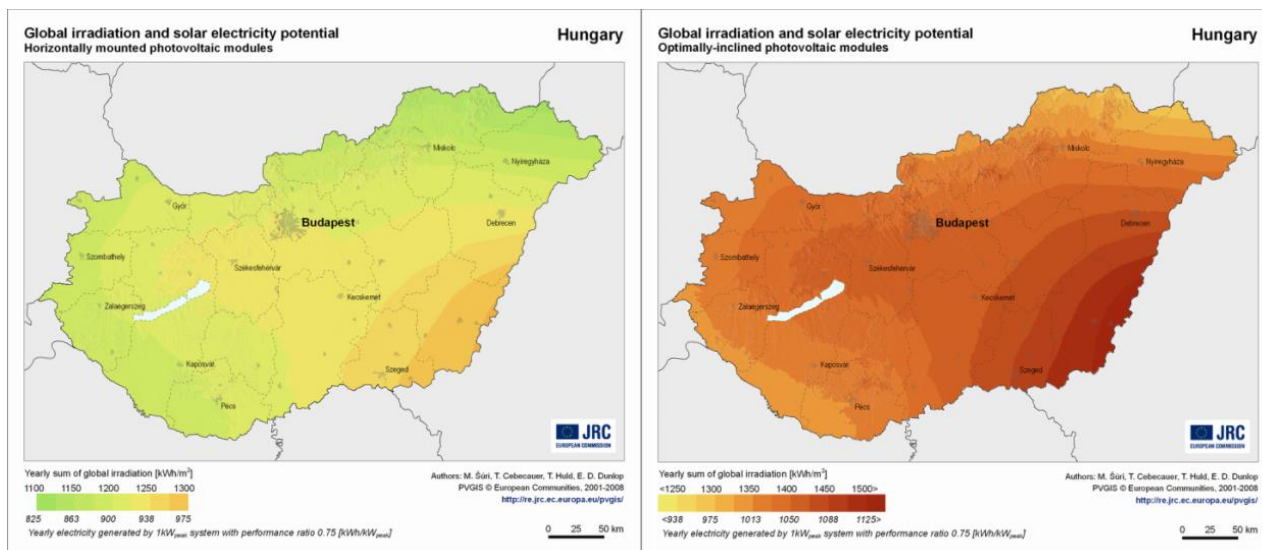
3. ábra A vizsgált terület domborzati viszonyai és kistájai

Eredmények

Az OMSZ és különböző EU-s projektek vizsgálatainak eredményeként, már ismerjük az ország területére, kWh/m²/év mértékegységre kiszámított besugárzási értékeket (OMSZ adat- és térképtár, 4. ábra). Szükségessé vált viszont a besugárzás mértékének lokális/helyi szintű részletesebb vizsgálata is, ahol országos viszonylatban nem, viszont helyi szinten jelentős sugárzásokat befolyásoló/módosító tényezőket lehet és kell is figyelembe venni.



Az országos léptékű/áttekintő térképekből (4. ábra) megállapítható, hogy a besugárzás értéke átlagosan 1200-1300 kWh/m² közt van, ami azt jelenti, hogy minden egyes négyzetméterre évente 1200-1300 kWh mennyiségű napsugárzás érkezik. Ebből azonban, megközelítőleg a felét (600-800 kWh/m²) tudjuk a mai technológiai szinten hasznosítani (Bobok E – Tóth A 2005, Gööz L 2005). Mindezekből következik, hogy a Zempléni-hegység területe is alkalmas napenergia hasznosítás szempontjából.



4.ábra A felszínre érkező besugárzás mennyisége és elektromos potenciálja, horizontálisan (balra) és optimálisan beállított fotovoltaiikus modulok esetén (jobbra, 1kWp teljesítményű modulra, 0,75-ös sugárzási hasznosítási tényezőre vonatkoztatva)

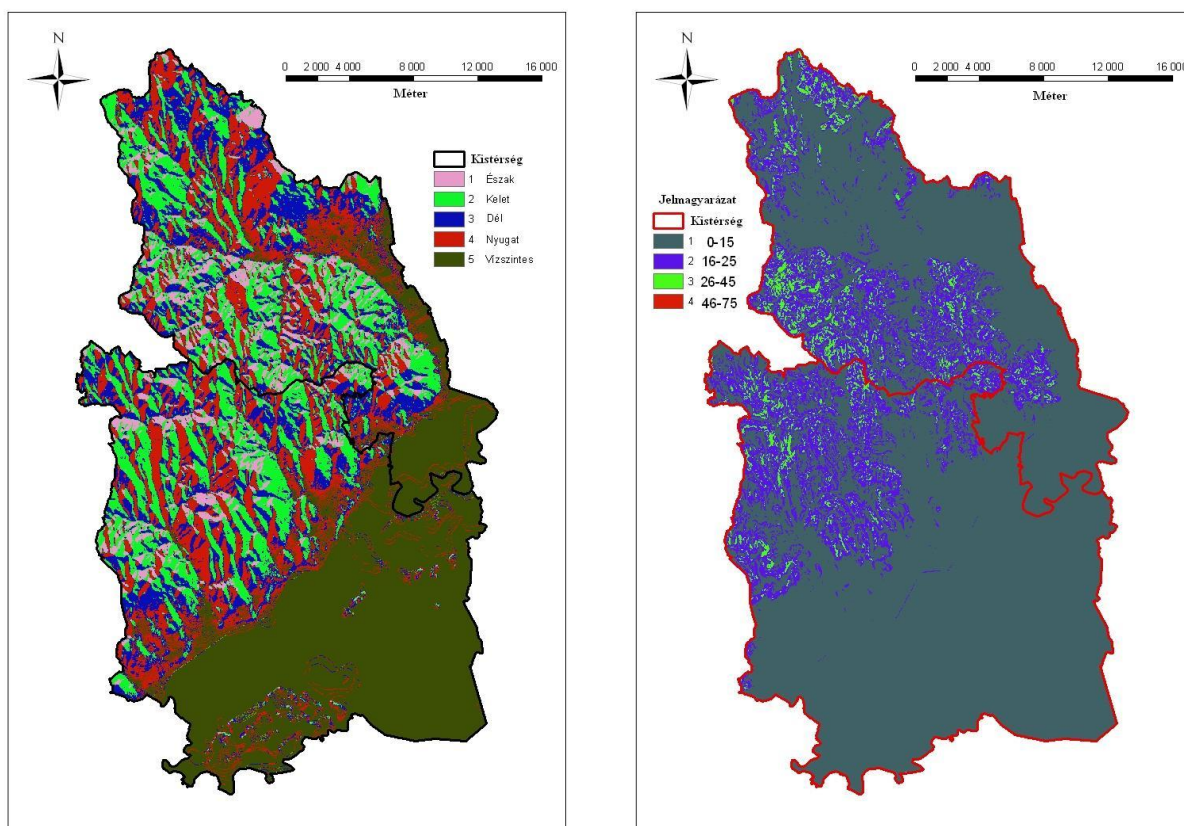
forrás: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmapi/>

Elméleti potenciál meghatározása

1. módszer

Az első módszer alapján a napenergia elméleti potenciáljának kiszámításánál figyelembe kell venni az északi és déli lejtők arányát és azok lejtőszögeinek nagyságát (5. ábra).

A felhasznált domborzatmodell alapján meghatározható, hogy mekkora nagyságúak (km²) az egyes égtájak irányába tekintő és különböző lejtőkategóriákba eső területek (2. táblázat). Mivel a PV és napkollektorok moduljainak telepítésére a déli irányba néző, illetve a sík felület a legalkalmasabb ezért a 2. táblázatban kiemelve szerepelnek ezen értékek.



5. ábra Lejtőkitettség (balra) és lejtőkategória (jobbra) állományok megjelenítése a két kistérségben

2. táblázat

Terület nagysága km²-ben dőlésszög és kitettség alapján a két kistérségben (saját számítás)

Sátorajújhelyi kistérség		Dőlésszög				
	Kitettség	0-15	15-25	25-45	45-70	Vízszintes
	Északi	27,66940	12,75030	2,02580	0,00960	
	Keleti	56,48160	20,16140	4,61900	0,02280	
	Déli	54,99250	12,50030	2,99240	0,01790	
	Nyugati	38,54690	18,50910	4,65220	0,01670	
						55,97740

Sárospataki kistérség		Dőlésszög				
	Kitettség	0-15	15-25	25-45	45-70	Vízszintes
	Északi	19,41760	8,65600	0,89120		
	Keleti	58,39580	22,47400	3,42650		
	Déli	53,84300	11,17320	1,20020		
	Nyugati	38,82410	17,81500	2,54850	0,00050	
						237,59100



A 2. táblázatban bemutatott, számított területértékek és az OMSZ és Gööz L. számításai/adatai (1. táblázat) alapján a következő összefüggéssel ki tudjuk számolni az optimális helyzetű területeket (déli és vízszintes) különböző szögben érő besugárzásból előállítható elektromos áram mennyiségét (OMSZ adattár, Gööz L. 2005):

$$Q_{\text{Tot}} = A_{\text{kat}} * I_{\text{kat}},$$

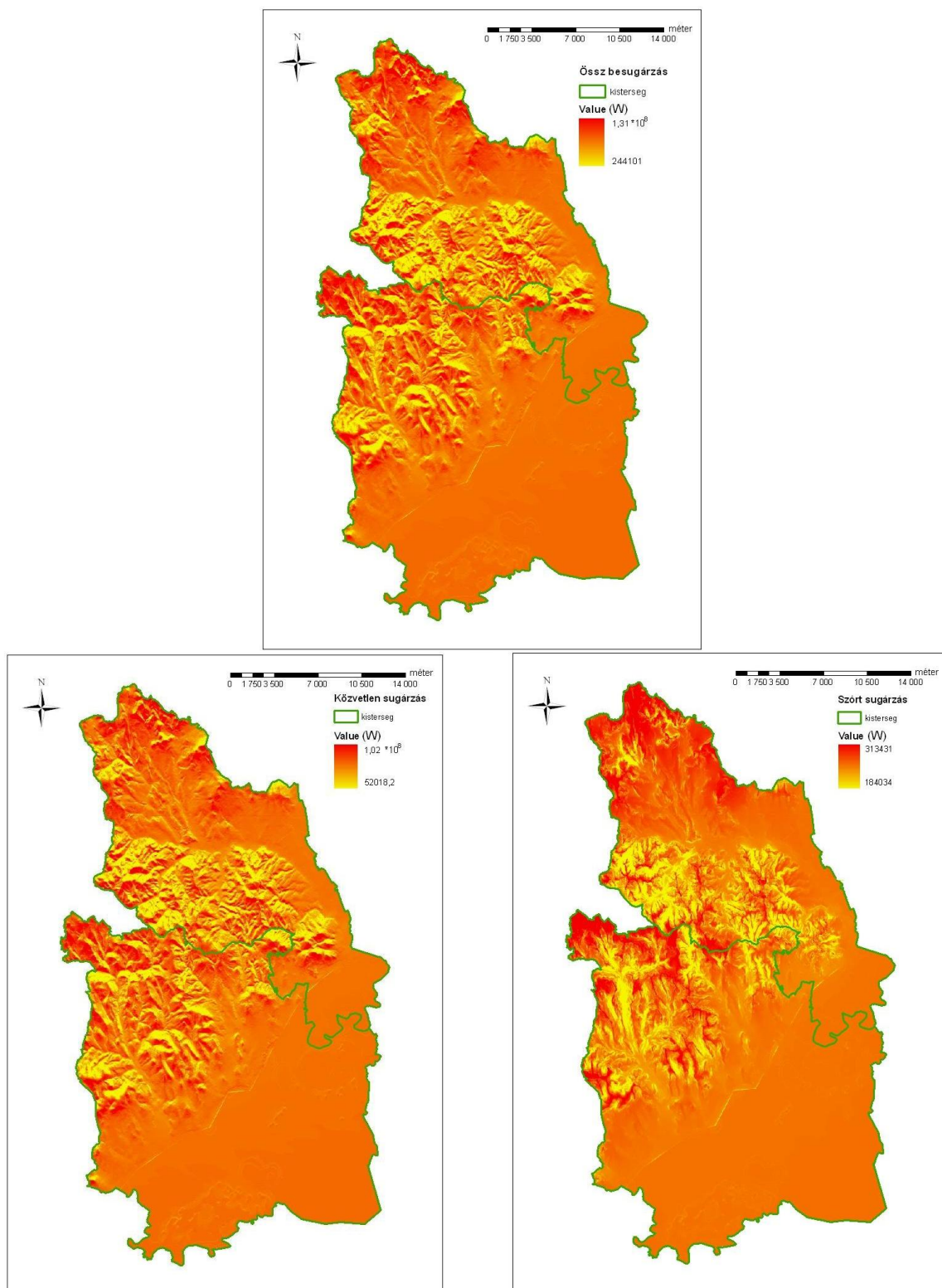
ahol a Q_{Tot} az éves energiahozam ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{év}$), A_{kat} a vízszintes, ill. déli lejtőkategóriákhoz tartozó terület nagyság (m^2 ; km^2) és az I_{kat} a lejtőkategóriákhoz tartozó éves megtermelhető energiamennyiség (1 kWp napelem esetén; $\text{kWh}/\text{év}$)

A számítások elvégzésével tehát megkapjuk az egyes kistérségeket ideális helyen és szögben érintő napsugárzás és az abból előállítható elektromos áram mennyiségét. Ezek alapján kiderül, hogy a Sárospataki kistérség területén 367 722 TWh/év, míg a kevesebb vízszintes felülettel rendelkező Sátoraljaújhelyi kistérségben 155 803 TWh/év lesz potenciálisan előállítható elektromos áram mennyisége.

2. módszer

Az ArcGIS Spatial Analyst eszközei közt megtalálható a SOLAR RADIATION alkalmazás, mellyel a közvetlen, szórt és teljes sugárzás mennyiségét lehet meghatározni a domborzatmodell alapján. A földrajzi koordináták figyelembevételével a program automatikusan ki tudja számítani a beeső sugárzás nagyságát (6. ábra). Azonban lehetőség nyílik saját adatok (borultság, nedvességtartalom, légkör homályossági tényező, a légkör sugárzásgyengítési együttható) betáplálására is, melyek alapján realisabb értékeket számíthatunk. A területre vonatkozó ilyen irányú adatokat a szakirodalomban nem találtam és saját mérési eredményekkel/adatokkal jelenleg még nem rendelkezem, ezért a programba előre beállított (alapértelmezett) értékekkel/paraméterekkel számoltam (a légkör sugárzásgyengítési együttható értéke 0,5 τ – ami általános, tiszta égboltnak felel meg; Bartók B. et al. 2011).

A program által kiszámított besugárzás mennyiségeket még meg kell vizsgálni, hogy mennyi esik külön-külön a kistérségek területére, mely eredményét 3. táblázatban szemléltettem. Ebből megállapítható, hogy megközelítőleg 30 %-kal több besugárzás érkezik a Sárospataki kistérség területére, mint a Sátoraljaújhelyire, köszönhetően a közigazgatási terület különbségének. A legfontosabb adat viszont a két kistérség egységnyi területére eső besugárzási értékek összehasonlítása, melyek között nincs számottevő különbség és kijelenthető, hogy mindkét kistérség területe alkalmas a napenergia hasznosítására.



6. ábra Az összbesugárzás (fent), a közvetlen (bal alsó ábra) és a szórt (jobb alsó ábra) mértéke a két kistérség területén



3. táblázat

A kistérségek területére érkező besugárzások mennyisége és azok egy km²-re eső értéke

Kistérség	Terület (km ²)	Közvetlen sugárzás (W)	Szórt sugárzás (W)	Össz besugárzás (W)	W _{össz} /km ²
Sárospataki	476	3693680000000	1323720000000	5017400000000	10534997775
Sátoraljaújhegyi	312	2386670000000	866531000000	3253201000000	10428983065

Kutatásom folytatásaként tervezem a területen az OMSZ által működtetett mérőállomások adatainak összegyűjtését és azok felhasználásával a sugárzásértékek újraszámítását, valamint az alapbeállításokkal számított értékekkel való összevetését.

Az OMSZ adatsorok pontosítása érdekében besugárzásmérést tervezek a közeljövőben piranométerrel (a globálsugárzás mérésére szolgáló eszköz, ami a Nap és az égbolt együttes sugárzását méri, Baros et al. 2006.) a célterület több kiválasztott pontján. A későbbiekben a műszer által rögzített területi adatsorral tudok számolni.

Gyakorlatban hasznosítható napenergia meghatározása

A korábban kiszámított egész területre eső besugárzási mennyiségek töredéke lesz csak az, amit gyakorlatban fel lehet használni épületek fűtésére, elektromos áram előállítására. A napkollektoros, ill. fotovoltaikus rendszerek kiépítése lehetővé teszi autonóm/elszigetelt hálózatok létrehozását (épület-, települési-, kistérségi-szinten) vagy a megtermelt elektromos áram nemzeti villamoshálózatba való betáplálását.

Az elméleti potenciálszámításoknál megkülönböztetett figyelmet kapott a déli-, ill. a délkeleti- és délnyugati-fekvésű területek vizsgálata. A háztetők vizsgálatánál, melyek a legalkalmasabbak a napenergiát hasznosító berendezések telepítéséhez, a fekvést ugyanúgy meg kell vizsgálni, hiszen itt is a tető irányultsága fogja eldönteni, hogy egy adott építmény tetőszerkezete alkalmas lehet-e ilyen berendezések telepítésére.

Azt, hogy a gyakorlati felhasználásra, melyik és mekkora terület/tetőfelület alkalmas, egy korábbi projekt („Megújuló Energia – Megújuló Határvidék”) eredményei alapján tervezem meghatározni. Ezen projekt keretén belül került sor Komárom-Esztergom megyében az ideális (déli tájolású, illetve attól 45°-ban keleti vagy nyugati eltérésű) tetőfelületek felmérésére. Ezen feladat végrehajtása ortofotók digitalizálásával kezdődött, majd a megfelelő tetőfelületeket kiválasztása GPS Pathfinder Office szoftverrel történt. Ezután megkapták településenkénti lebontásban a számba vehető napenergia hasznosítására alkalmas terület (tetőfelület) nagyságát, mely összeg kiszámítása után az installálható PV-modulok vagy napkollektorok felületének nagyságát és az egy év alatt előállítható elektromos áram mennyiségét is kiszámították (Munkácsy B. et al. 2008.). Hasonló vizsgálatot tervezek az általam vizsgált két kistérségre is, melynek eredményei a közeljövőben várhatóak.

Természetesen ezek is csak közelítő értéket tudnak szolgáltatni egy kistérség területén felfogható besugárzás mennyiségéről és a megtermelhető elektromos áram mennyiségének nagyságáról, de pontosabb képet tudunk alkotni, mint az országos léptékű térképek felhasználásából számított értékekből.



A fentiekben kiszámított értékek, valamint a tervezett tetőösszeírás/analízis is remek alapot szolgáltat a pályázati kiírások bővítésére és azok hatékonyabb lakossági felhasználására, továbbá a lakossági „környezettudatosság” növelésére-fejlesztésére. Már a 2007-2013-as fejlesztési időszakban a KEOP-on belül és a 2011-ben indult Új Széchenyi-terv keretében is lehet(ett) pályázni megújuló energiaforrásokat támogató kiírásokra, azonban a jelenlegi pénzügyi helyzetben kevés magánszemélynek adatik meg, hogy a szükséges önerőt előteremtse. Az önerő finanszírozásának lehetőségét a kormányzat a tervek szerint egy, 2013-ban felállításra kerülő „Zöld bank”-kal próbálja elősegíteni.

Továbbá szűkíteni lehet a beépíthető felületek körét az önkormányzati és állami tulajdonban levő épületek tetőfelületeinek összeírásával, mivel nagyobb az esély azok beépítésére különböző napenergiát hasznosító berendezésekkel (napelemek, napkollektorok), mint a magántulajdonban levő épületek összességét ellátni hasonló elemekkel. Ebben az esetben az adatgyűjtés nehézségeit kell kiemelni, mivel gyakran a települési körjegyzők, jegyzők kezelik a középületekre vonatkozó adatokat és az általuk történő adatszolgáltatás sem probléma/akadálymentes. A 2011-es népszámlálás részeként Magyarország épület-lakásállománya is összeírásra került, a KSH adatfeldolgozása után remélhetőleg könnyebben hozzá tudunk férni ezen építményekre vonatkozó adatokhoz is.

Összegzés

Összegezve a fentebb bemutatott vizsgálatok eredményeit, elmondható, hogy besugárzás mennyiséget tekintve és kizárólag a domborzati viszonyokat figyelembe véve a Sárospataki-kistérség jóval előnyösebb helyzetben van, mint északi szomszédja a Sátoraljaújhelyi-kistérség. Köszönhető ez annak, hogy a Bodroghöz kistáj sík „felületéből”, jóval nagyobb mértékben részesedik. A felszerelhető berendezések számának/felületének és a kiaknázható napenergia mennyiségének kiszámítását helytelen művelet lenne az elméleti potenciálszámításokra, besugárzási adatokra alapozni. Szükségessé válik egy, a kistérségekben megtalálható összes optimális irányban elhelyezkedő „háztető összeírás”, amely alapján meghatározható a gyakorlatban ténylegesen hasznosítható napenergia mennyisége az egyszerű berendezés installálás mellett, tehát ott, ahol nem vagy csak alacsony költségvonzatú tartószerkezet/állvány szükségeltetik a PV-modulok vagy napkollektorok kedvező irányba állításához.

Irodalomjegyzék

- Baros Z. - Bíróné Kircsi A. - Szegedi S. - Tóth T. 2006: Meteorológiai műszerek, szerk. Szegedi S. és Tóth T., Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 77-101.
- Bartók B. – Imecs Z. – Barabás D. 2011: A Görgényi-Plató sugárzási viszonyainak vizsgálata térinformatikai módszerekkel, VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, 2011. március 24-27, I. kötet, Kolozsvár, pp. 175-179.
- Bobok E. – Tóth A. 2005: Megújuló energiák - Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 227 p.
- Göőz L. 2005: A megújuló energiák hasznosításának lehetőségei Észak-Kelet Magyarországon különös tekintettel a Zempléni tájegységre - Kincseink 2005. Tokaj, pp. 87-92.



- Havassy A. – Németh Á. 2007: Éghajlati adottságok, In.: A Zempléni Tájvédelmi Körzet, Abaúj és Zemplén határán, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, pp. 91-94.
- Marosi S. – Somogyi S. – Ádám L. – Juhász Á. – Mezősi G. – Szilárd J. 2010: Magyarország Kistájainak Katasztere, szerk. Dövényi Z., MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, pp. 778-798.
- Munkácsy B. - Borzsák S. - Egri Cs. 2008: Projekt összefoglaló, Megújuló Energia Megújuló Határvidék, Esztergom, pp. 20-30.
- Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) adattár
- Peja Gy. 2000: A Zempléni-hegység felépítése, kialakulása és felszíne, In.: Dr. Boros László: Észak- és Kelet-Magyarországi Földrajzi Évkönyv, Miskolc, pp. 214-235.

Internetes forrásjegyzék:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/countries/countries-europe.htm>

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmaps/eu_opt/pvgis_solar_optimum_HU.png

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmaps/eu_hor/pvgis_solar_horiz_HU.png