

Szalontai Lajos

Szolárkataszter – egy eszköz a kistérségi/járási napenergia hasznosítás arányának növelésére

Az energiaellátás folyamatos, fenntartható (mind környezetileg és mind gazdaságilag) biztosítása a XXI. századra elérte azt a szintet, hogy nem korlátozható a „hagyományos” energiahordozók hasznosítására, továbbá a környezetünk megóvása érdekében szükségessé vált az alternatív energiaforrások részarányának növelése az energiatermelésben. Számos kutatás, felmérés született arról, hogy milyen mélységű ismeretekkel, tudással, tapasztalattal rendelkeznek hazánk egyes térségeiben élők, települési vezetők, döntéshozók a megújuló energiaforrások hasznosításáról, annak lehetőségeiről illetve mekkora hajlandóságuk van ezen energiaforrásokat hasznosító berendezések telepítésére saját háztartásukban. Az eredmények azt mutatják, hogy a hazai lakosság alapszintű ismerete a téma aktualitása miatt is folyamatosan bővül és megfelelőnek mondhatóak a megújuló energiaforrások témakörében (energiaforrások és azokhoz köthető felhasználási módok ismerete), azonban a bekerülés-megtérüléshez köthető, gazdaságossági oldalhoz kapcsolható számszerűsített információval való ellátottságban erőteljes elmaradás mutatkozik. Ezen adatok pótlására egy tökéletes eszköz a solárkataszter, mely a térinformatika segítségével egy egyszerűen kezelhető online információszolgáltatást tesz lehetővé, amely az adott pontra/koodinátára vonatkoztatott természeti és építészeti tényezők figyelembevételével ad pontos, sok mindenre kiterjedő tájékoztatást a lakos/beruházni kívánó számára. A következő tanulmányban egy ilyen solárkataszter létrehozásának főbb lépéseit, szükségességét, valamint hasznosításának lehetőségeit és azok várható hatásait szeretném bemutatni.

Kulcsszavak: solárkataszter, napenergia, fenntartható energia akcióterv, térinformatika
Jel-kód: Q20, Q29

Kutatási célkitűzés és módszerek

Kutatási célkitűzés

A távérzékelési és a térinformatikai módszerek fejlődésével és azok alkalmazásával olyan elemzési és digitális megjelenítési lehetőségek alakultak ki, melyek lehetővé teszik a nagy részletességű és pontosságú adatbázisok létrehozását. A fejlett, nyugati országokban (Amerikai Egyesült Államok, Németország, Nagy-Britannia, Ausztria) a 90-es évek végén kezdődött el különböző térinformatikai módszerekkel a tető- illetve később solárkataszterek létrehozása, kialakítása települési, kistérségi, valamint egyes országokban tartományi szinteken (POLIS – project, Wien - Solarpotenzial-kataster, Enbausa által német, osztrák, svájci települések – enbausa.de, stb.) (1.a, 1.b ábra).



1.a ábra: A publicSOLAR által kifejlesztett solárkataszter
 Forrás: <http://publicsolar.ipsyscon.com>.



1.b ábra: A Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) - Mapdwell LLC által kifejlesztett Mapdwell Solar System

Forrás: www.mapdwell.com/en-

Noha a kutatócsoportok, melyek a modellezéseket végrehajtják és a szolárkatasztereket létrehozzák törekednek a tökéletességre, akarva-akaratlanul megjelennek a modellekben hiányosságok is, melyeket máshol megvalósított kutatások jó gyakorlataival ki lehet egészíteni. Kutatásom célkitűzése nem más, mint az általam áttanulmányozott modellek legjobb tulajdonságaiból, kialakítási eljárásaiból egy komplexebb még pontosabb térinformatikai módszereken alapuló szolárkataszter hozzak létre egy Borsod-Abaúj-Zemplén megyében található mintaterületről, mely a Bódva-völgyében található településeket fedi le. Ezen kataszter a későbbiekben létrehozandó ingyenes online információs portálon keresztül szolgáltatna hiteles, megbízható energetikai, energiahasznosítási adatokat a kutatási területen élő lakosság számára.

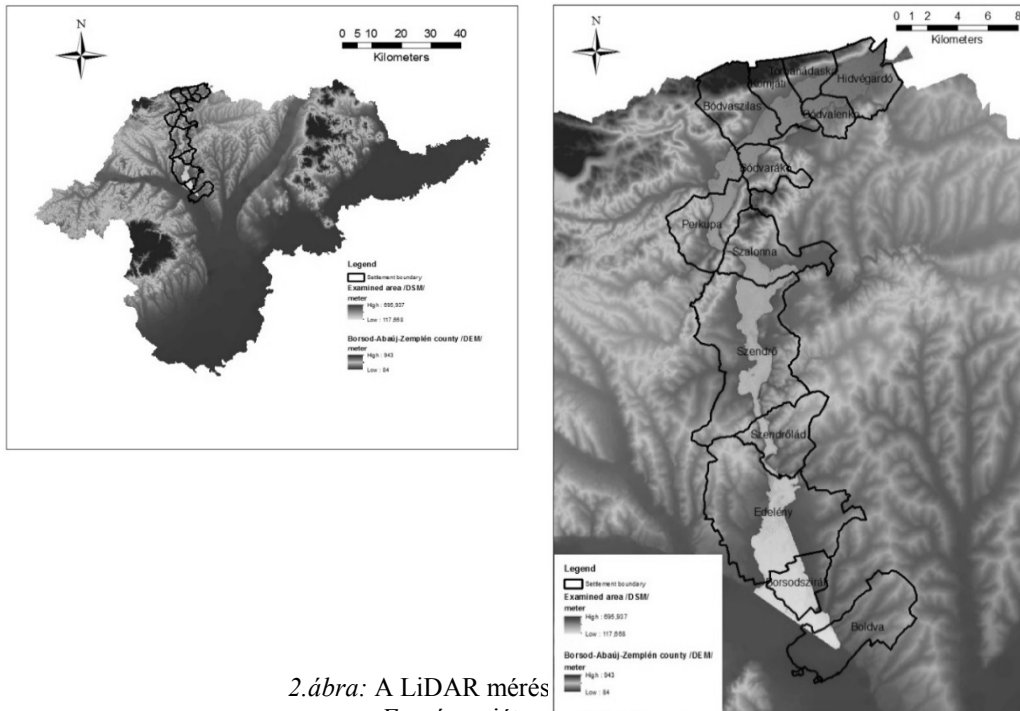
Alkalmazott módszerek – Bódva-völgyi szolárkataszter kialakítása

A nap besugárzási energiáját két féleképpen tudjuk hasznosítani. PV-modulok/cellák által elektromos áram, míg napkollektorok által hőenergia előállítására. Ezen eszközök energiahasznosító hatásfoka nem csak az alkalmazott technológiától függ, hanem a telepítés helyétől (természeti, építészeti tényezőktől) is jelentősen függ a megtermelt/megtermelhető energia mennyisége. A modell elkészítése elsősorban az építészeti és az objektumok környezetére/besugárzás módosító tényezők feltárására fókuszál, ugyanis a nap besugárzási energiájának hő- illetve elektromos energiává való átszámítása adott földrajzi koordinátán a térinformatikai szoftverek könnyen elvégzik az előre megírt algoritmusok alapján (ArcGIS, GRASS GIS, on-line adatbázisok – SOLEMI, SoDa, stb) (Schneeberger M. – Brooker N. 2009., G Aguiaro et al. 2012). A kutatásom során az ESRI cég ArcGIS 10.1-es szoftverét használok térinformatikai műveletek elvégzésére. Ezen szoftver is képes a SolarRadiation nevű beépített alkalmazásnak köszönhetően megfelelő domborzat/felszínmodellre besugárzási számításokat elvégezni bontva direkt, diffúz és összes besugárzási energiára, Wh/m² értékben megadva. Különböző légköri tényezők beállításával tovább lehet pontosítani a besugárzás számítás eredményét, mivel a program lehetőséget kínál saját mérések, adatok betáplálására/beállítására, mint például a felhősödöttség szintjének beállítására is. A program által kikalkulált számokat, a későbbiekben össze fogom vetni az Országos Meteorológiai Szolgálat edelényi mérőállomásán

mért adataival, hogy a szolárkataszteren megjelenő adatok hitelességét igazolni tudjam (Szalontai, 2011; 2014).

A besugárzási adatok helyes környezetbe való helyezésére a legelső feladat, hogy 3D-s településmodelleket készítsünk a célterületről, ahol minden épített objektum 3D kiterjedése megfigyelhető és az objektumok környezetében megtalálható növényzetet is vizsgálat alá tudjuk vonni. Nemzetközi szakirodalom alapján a 3D-s városmodellnek, az úgynevezett LoD 2-es (részletességi szintet) kell elérni, ahol már a generált objektumok tetőfelületeinek karakterisztikája (felület nagyság, kitétség, dőlésszög) is megjelenik, valamint számítások alapján képezhetik. A tetőfelület modellek létrehozásához viszont szükségünk van az adott objektumok magassági adatainak ismeretére is, melyekhez 3 különböző digitális magasságmérési eljárás alkalmazásával juthatunk hozzá: terepi mérés, fotogrammetria/foto matching, valamint a LiDAR mérés. Mindhárom módszernek megvannak a maga előnyei-hátrányai, azonban a legpontosabb és gyorsabb adatbázis elkészítés a fotogrammetriai módszerekkel és LiDAR méréssel valósíthatóak meg jelentős költségvonzattal párosulva (Detrekői, 2010).

A Bódva-völgy modellem alapjául egy 2013 nyarán lefolytatott LiDAR mérésből származó, megközelítőleg 613 millió pontot tartalmazó pontfelhő szolgál (pontosűrűség 5 pont/m²lett mely a nemzetközi szakirodalom alapján már elegendőnek bizonyul az egyes felületek kiterjedésének, kitétségének és dőlésszögének pontos meghatározásához) (2. ábra). A mérés a Földrajz-Geoinformatika Intézet vezetésével 2012-2014 közt megvalósult FLOODLOG nevű **HUSK 1001/2.1.2/2009 számú** projekt keretében valósult meg, ahol árvíz esetére kifejlesztett logisztikai modell létrehozásához/megalapozásához szolgált a Bódva-völgyére.



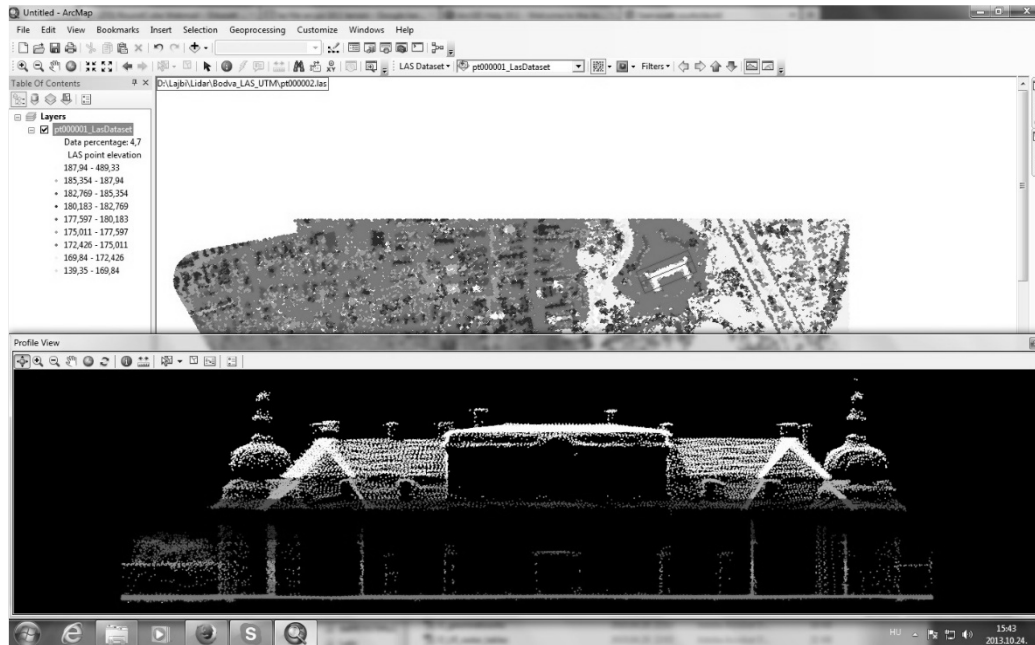
2. ábra: A LiDAR mérés

Forrás: saját szerkesztés.

A LiDAR (LightDetection And Ranging) felmérés egy lézeres letapogatás, mely a lézer fény segítségével történő távolságmérésen alapszik. Tetőfelület modell előállításánál a mérést egy repülőgépre szerelt lézeres távolságmérővel végzik. A mérés során szükséges adat a műszer

térbeli helyének ismerete és a kibocsátott lézer sugáriránya, így kiszámítható a magassága adott pontnak, melyről a lézersugár visszaverődött. A mérés által előállított pontfelhő, azután „letisztítható” az általunk érdekelt pontok halmazára, jelen esetben a tetőfelületek által visszavert pontok halmazára (Mélykúti 2007.). Nagy előnye, hogy ezzel az eljárással másodpercenként több ezer pont mérésére is lehetőség nyílik és a kapott magassági értékek nagy pontosságúak (Gehrke S et al. 2010.).

A LiDAR felmérésből kapott pontfelhőt is az ArcGIS 10.1-es szoftverrel dolgozom fel. Az ArcGIS 10-es verziója már képes kezelni a LiDAR felmérésekből származó LAS kiterjesztésű file-okat így azok beilleszthetővé, szerkeszthetővé váltak 2010-től (3. ábra).



3.ábra: Az edelényi L'Huillier-Coburg kastély LiDAR pontfelhőből előállított keresztmetszeti képe

Forrás: saját szerkesztés.

A letisztított pontfelhőből egy digitális felszín modellt (DSM) készítettünk. A DSM előnye, hogy minden egyes objektumot (fát, épületet, stb.) tartalmaz a DEM-mel szemben, amely csak a Föld felszínének tengerszint feletti magasságát jeleníti meg.

A kutatásban érintett települések vezetőivel (polgármesterek és jegyzők) a kapcsolatfelvétel után találkozókat szerveztem, ahol tájékoztattam őket az általuk vezetett településükre elkészülő szolárkataszter tulajdonságairól, benne rejlő lehetőségeiről, továbbá a szolár potenciál térkép elkészítéséhez számos birtokukban levő adatot kértem be. Elsősorban a modell pontosításához szükséges a település kataszteri térképe, melyek a települési vezetők birtokában vannak, valamint a leválogatott köz- és állami tulajdonú épületek listája, hogy az épületek/objektumok felmérésénél külön tervezhetőek legyenek az önkormányzati/állami beruházásból megvalósuló napelemes/kollektoros rendszerek.

A kutatás jelenleg a kataszteri térképrétegek és a DSM harmonizálásánál tart, ahol is a DSM rétegben látható objektumok határvonalát a kataszteri térképekben megtalálható, pontos kontúrvonalaiival válogatom le (4. ábra). Ezáltal válik lehetővé, hogy csak a vizsgálat tárgyát képező tetőfelületek és azok (általam megszabott) szűk környezete essen bele a modellbe.



4.ábra: Az elkészült digitális felszín modell (DSM) és a kataszteri térkép (edelési részlet)
 Forrás: saját szerkesztés.

Miután a 3D-s városmodellek elkészültek és vizsgálhatóvá váltak, a korábban említett SolarRadiation modullal a besugárzási adatokat számítom ki. Itt fontos elemnek tartom, az árnyékoltság vizsgálatot, mely a tetőkön megtalálható különböző tárgyak (kémény, parabola antenna, stb.) valamint építészeti megoldások (kiszögellések, tetőablakok, stb.) miatt fontos elvégezni, ugyanis ezek is jelentősen befolyásolhatják a direkt besugárzást ezáltal a megtermelhető energia mennyiségét. Másik fontos lépés még a tető felületeken a potenciális hely kiválasztása, ahová építhető, felszerelhető egy-egy napelemes/napkollektoros rendszer. A tetőfelületek határvonalától számított 0,75-1 m-es területet felszerelésre nem alkalmas területnek kell nyilvánítani, építészeti és gépészeti követelmények miatt. Harmadik besugárzást befolyásoló tényező vizsgálatánál még az épületek közvetlen környezetében elhelyezkedő növényzetet vizsgálom meg, azon belül is az adott növényzet árnyékvetésének nagyságát. Érdekes/mes iránynak tartom még továbbá a vizsgálatát annak, hogy a villamos közmű hálózattól milyen távolságra helyezkednek el egyes objektumok, azok milyen funkciót töltenek be így tervezhetővé válik az autonóm épületegyüttesek kialakítása, megmondolása.

Az eredmények hasznosíthatósága

A megvalósuló szolárkataszter egy nagy lehetőséget és egyben előnyt is jelent a Bódva-völgyében fekvő települések és az ott élők számára. Azzal, hogy számszerűsített információt ad az épületek, objektumok tulajdonosainak a tetőfelületeken hasznosítható napenergiáról, a rendszerkiépítésének bekerülési költségeiről és annak megtérüléséről, valamint a megtakarított CO₂ mennyiségéről máris egy információs-ösztönző csatornaként hasznosítható. Információs csatorna a nyújtott adatszolgáltatásnak köszönhetően, míg ösztönző csatorna jellege a valóságnak megfelelő számításokon nyugszik, melyek a napenergiát hasznosító berendezések terjedését hozhatják el. Tehát maga a szolárkataszter egy olyan eszköz is, mely hozzájárul a

kibocsátott üvegházhatású gáz mennyiségének csökkentéséhez, mely kiemelt szereppel bír az Európai Unió klímavédelmi programjában, illetve a települési/járási SEAP-ek vállalásainál is, melyről a későbbiekben tesztek említést.

A környezeti előnyökön túlmenően gazdasági előnyöket is jelenthet egy-egy terület szolárkataszterének létrehozása (Leitelt, 2010). A megjelenő kereslet a napelemes, napkollektoros rendszerek iránt az ezen a területen érdekelt KKV-k megrendeléseit gyarapítja, ezáltal remélhetőleg a foglalkoztatottság növekedéséhez is hozzájárulhatnak a szolárkataszterek.

Polgármesterek Szövetsége – Covenant of Mayors

Fenntartható Energia(gazdálkodási) Akcióterv – Sustainable Energy Action Plan

Az Európai Tanács által 2007 márciusában elfogadott új európai uniós energia- és környezetvédelmi politika a közösségi energiapolitika három központi célkitűzésére, nevezetesen a fenntarthatóságra, a versenyképességre és az ellátás biztonságára irányuló, előrettekintő szakpolitikai programot határozott meg. A program megvalósítása érdekében az EU elkötelezte magát a „20-20-20” kezdeményezés mellett, azaz vállalta, hogy 2020-ig az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását 20%-kal csökkenti, az energiafelhasználáson belül a megújuló energiaforrások részarányát a jelenlegi 8,5%-ról 20%-ra növeli, és az energiahatékonyságot 20%-kal javítja (Energia Klub, 2009; Horánszky, 2004).

Ennek fényében az egyének számára történő információszolgáltatáson felül az önkormányzatok, járások döntéshozóinak, vezetőinek (polgármestereinek) olyan jelentőséggel bír továbbá egy elkészített szolárkataszter, hogy egy teljes hasznosítható potenciáltérképpel, számításokkal rendelkeznek az általuk vezetett területre/településre vonatkoztatva. Ezen potenciálbecslések-számításoknak köszönhetően egy olyan adatbázissal rendelkeznek a települések, mely kiváló alapot szolgáltat a településre vonatkozó energetikai tervezéseknél, természeti erőforrás hasznosításához.

A Polgármesterek Szövetsége (Covenant of Mayors) elnevezésű európai kezdeményezés teljes mértékben összhangban van az EU által meghatározott irányelvekkel, az energiahasznosításra és éghajlatvédelemre vonatkozó célokkal. Bármely EU-s önkormányzat csatlakozhat a szövetséghez, azonban vállalnia kell, hogy legkésőbb a csatlakozást követő 1 éven belül elkészíti a településre vonatkozó SEAP-jét, azaz fenntartható energia akciótervét. A SEAP dokumentuma nem utolsó sorban tartalmazza azt a stratégiát, hogy a település területén hogyan fog megvalósulni a 20-20-20 kezdeményezés illetve annak túlteljesítése, azonban kidolgozásához egy jól összeállított kézikönyv áll rendelkezésére minden döntéshozó csoportnak. Az akciótervek által érintett főbb területek az épületek, kiszolgáló intézmények és a közösségi közlekedés, azonban idetartozik még a helyi energiatermelés a helyben megtalálható/hasznosítható energiaforrások igénybevételével.

A SEAP-ek megírása/elkészítése és az abban benne foglaltak végrehajtása a következő egyszerűsített formában vázolható fel 2 évre vonatkoztatva (Covenant of Mayors 2010.):

1. fázis – Polgármesterek Szövetségéhez való csatlakozás
 - Döntéshozói elköteleződés és a csatlakozási szerződések aláírása
 - Városi adminisztrációs feltételek megteremtése/hozzáigazítása a Polgármesterek Szövetségének elvárásaihoz (szellemi és infrastrukturális háttér megteremtése)
 - Az akcióterv által érintett szereplők bevonása illetve azok az akciótervhez köthető támogatottságának növelése
2. fázis – Tervezési fázis
 - A jelenlegi helyzet kiértékelése – Hogyan is állunk most?
 - Az elérendő cél lefektetése – Hová/mit akarunk elérni?
 - Az akcióterv kidolgozása – Hogyan érjük el a célt?

- Az akcióterv benyújtása és elfogadása
- 3. fázis – Megvalósítási szakasz
 - Az elfogadott akcióterv megvalósítása
- 4. fázis – Monitoring és jelentési fázis
 - A megvalósított akcióterv monitoringozása
 - A megvalósítási jelentés benyújtása és a jelentés elfogadtatása
 - Ellenőrzés

A fenti SEAP megvalósítás folyamatából is kitűnik, hogy egy (már megvalósított, vagy megvalósítás alatt levő) szolárkataszter jelentősége a 2. fázisban értékelődik fel, ahol a tervezési szakaszhoz köthetően a település területén levő megújuló energiaforrás potenciállal remekül jellemezhetjük a területen rendelkezésre álló alternatív energiaforrások hasznosítható mennyiségét. Könnyebbé válik az elérendő cél(értékek) meghatározása egy ilyen adatbázisnak köszönhetően. Fő indikátornak a megtakarított CO₂ mennyiség meghatározását kéri, hogy 2020-ra a településen mekkora mértékben csökken a kibocsátott üvegházhatású gáz mennyisége. 2014. novemberére Európa szerte már több mint 6169 település csatlakozott a Polgármesterek Szövetségéhez, ami megközelítőleg 189 millió lakost is érint ezáltal. Magyarországot vizsgálva ez 41 települést és 2,7 millió embert jelent, köszönhetően annak, hogy hazánkban Budapest volt az első város, amely elkészítette a szóban forgó dokumentumot (<http://www.covenantofmayors.eu>).

A számokat látva kijelenthető hogy a magyarországi SEAP-ek kevesebb, mint 1 %-ot képviselnek az összes energia akciótervhez képest. A megírt és elfogadott Fenntartható Energia Akciótervek területén tapasztalható lemaradást tudjuk csökkenteni a szolárkataszterek létrehozásával és más térinformatikai eljárásokkal elkészített potenciálbecslő számításokkal (például biomassza tömeg meghatározásával), hogy a helyzetfelmérést/potenciálbecslést hiteles, számszerűsített adatokkal tudjuk megalapozni, valamint az elérendő célértékeket meghatározni. A Polgármesterek Szövetségéhez való csatlakozás számos előnnyel jár, azon kívül, hogy az akcióterveket meg kell írni és az abban foglaltakat végrehajtani. Egy olyan hálózat tagjává válik a felvételt nyert település, melyen belül nem csak az energiahatékonysági, klímavédelmi jó gyakorlatok cseréje és megvalósítása kivitelezhető könnyebben, hanem közös konzorciumok felállítására, pályázatok megírására és projektek megvalósítására is lehetőség nyílik. Röviden összefoglalva minden szempontból gyümölcsözőnek mutatkozik a szövetségbe való belépés függetlenül a település méretétől.

Összegzés

A tanulmányban ismertetett tetőkataszter és a hozzákapcsolt besugárzási értékek következtében egy úgy nevezett szolárkatasztert hozhatunk létre. Ennek a hasznosíthatósága abban rejlik, hogy egy webes felületen bárki által kiválasztott ingatlan tetőfelületéről számos, a napenergia hasznosításához szükséges információt megkap. Ilyen adatok lehetnek például a megtermelhető elektromos áram illetve hőmennyiség, megtakarított CO₂ mennyiség, tervezni kívánt rendszer beruházási költsége és megtérülési ideje, stb..

Jelentőségük a szolgáltatott információkon kívül még, hogy a magánszemélyek, állami intézmények könnyebben, olcsóbban, tudnak napenergiával kapcsolatos beruházásokat megvalósítani illetve döntést hozni egy a napenergiához köthető rendszer megtervezésére. A megújuló energiaforrások használatához kapcsolódó pályázatok megírásához is egyfajta „támogató-ösztönző” szolgáltatásként működhet remélve, hogy a pályázati kedv növekedését generálhatja a 2014-2020-as programozási időszakban, ahol előreláthatólag minden eddiginél nagyobb támogatási összeg fog a megújuló energiaforrásokhoz kapcsolhatóan megjelenni.

A települések, járások döntéshozóinak egy jelentős alapot képezhet egy szolár kataszter megléte és az általa nyújtott adatbázis egy-egy saját (települési-járási) SEAP (Sustainable

Energy Action Plan – Fenntartható Energia Akcióterv) megírásához, mely nélkülözhetetlen dokumentuma a Polgármesterek Szövetségéhez (későbbiekben akár Klímavédelmi Szövetség) való csatlakozásnak, amely további lehetőségeket kínál egy-egy településnek az európai összefogáshoz, közös projektek megvalósításához.

Közép- és Nyugat-Európában (Ausztria, Németország, Nagy-Britannia), valamint az Amerikai Egyesült Államokban már léteznek különböző minőségű és funkcióval rendelkező tető- és szolárkataszterek, mind települési és mind tartományi szinten is. Valószínűsítem, hogy Közép-Kelet-Európában a tudástranszfernek köszönhetően a 2010-es évek végére számos országban, régióban is megfognak jelenni ezen információforrások és a hasznosított megújuló energiaforrások (napenergia) részarányának növekedését tovább segítik (Szalontai, 2014).

Irodalom

- AGUGIARO G. – NEX F. – REMONDINO F. – DE FILIPPI R. – DROGHETTI S.– FURLANELLO C. (2012): Solar radiation estimation on building roofs and web-based solar cadastre, *ISPRS Annuals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 1-2. 2012. Melbourne, Australia, pp. 177-182.
- COVENANT OF MAYORS (2010): How to develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) Guidebook, European Union, 2010, Publication Office of the European Union
- DETREKŐI Á. (2010): Virtuális földgömbök – 3D városmodellek – *Geodézia és Kartográfia* 62. 2010/1 pp. 6-9.
- ENERGIA KLUB: Az Európai Unió és a megújuló energia, *Sajtóreggeli összefoglaló lapok #6*, Budapest, 2009.
- GEHRKE S.- MORIN K. – DOWNEY M. – BOEHRER N. – FUCHS T. (2010): Semi-global matching: an alternative to LiDAR for DSM generation?, *IAPRS&SIS*, 2010. Vol. 38(1)
- HORÁNSZKY B. (2004): Az Európai Unió energiapolitikája - oktatási segédanyag -, Miskolci Egyetem, Gázmérnöki tanszék, 2004. 24 p
- LEITELT L. R. (2010): Developing a Solar Energy Potential Map for Chapel Hill, NC, 2010., Master's Project
- MÉLYKÚTI G. (2007): Topográfiai adatbázisok – In: BMEEOFTASJ3 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére – „Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése” HEFOP/2003/3.3.1/0001.01, pp. 23-42.
- SCHNEEBERGER M. – BROOKER N. (2009): Start Building your 3D Digital City, GSDI 11 World Conference – Spatial Data Infrastructure Convergence: Building SDI Bridges to address Global challenges, Rotterdam 2009 June 15-19.
- SZALONTAI L. (2011): A globálisugárzás elméleti és gyakorlatilag hasznosítható potenciáljának meghatározása domborzatmodell alapján, zempléni mintaterületeken, In: HunDEM konferencia CD kiadvány, Miskolc, 2012., ISBN 978-963-358-006-6
- SZALONTAI L. (2014): Járási/kistérségi tetőkataszterek létrehozása és jelentősége a napenergia hasznosításában, in: X. Kárpát-medencei Környezettudomány Konferencia, szerk.: Zsigmond Andrea R. – Szigyártó I – L. – Szikszai A., Kolozsvár, pp. 38-42 ISSN:1842-9815
- www.covenantofmayors.eu
www.mapdwell.com/en/cambridge/
www.publicsolar.ipsyscon.com