

A SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁS LEGÚJABB EREDMÉNYEI

LATEST RESULTS OF UTILIZATION OF WIND ENERGY

Tóth Péter¹, Bíróné Kircsi Andrea²

¹Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék 9026 Győr Egyetem tér 1.

²Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

tothp@sze.hu, kircsi.andrea@science.unideb.hu

Összefoglalás: Ebben a tanulmányban röviden összefoglaljuk hogyan fejlődött a szélenergia hasznosítás az elmúlt években a Földön, Európában és Magyarországon, illetve milyen kilátások vannak a jövőre nézve.

Abstract: In this article we shortly summaries how utilization of wind energy on the World, in European Union and in Hungary developed in the last years and what expects are for wind in the future.

Szélenergia hasznosítás a világban. Az ipari méretű szélenergia hasznosítás fejlődése, a szélérőművek telepítésének üteme az ezredforduló óta szinte töretlenül lát-szik a világban. Hivatalos előrejelzések, melyek ezekre

az évekre becsülték a szélérőműkapacitások számát a világban, mindeddig alulbecsülték a tényleges fejlődést. Csupán 2–3 évente megduplázódik az összes telepített szélérőmű kapacitás, azonban előre látható, hogy ez a fejlődési ütem hosszútávon biztosan nem lesz tartható. 1996 és a 2008-as gazdasági válság óta 2013 volt az első

olyan év, amikor az éves új szélérőmű telepítések nem érték el az előző év nagyságrendjét (1. ábra). A Földön 2013 végére összességében 318 GW szélérőmű került felállításra, amelyből 121 GW működik Európában, 115 GW Ázsiában, 70 GW Észak-Amerikában. Közel 100 országban csatlakoznak hálózatra szél-turbinák, összesen 24 országban (16 európai) van legalább 1 GW felállított szélérőmű kapacitás. Összesen 6 országban (Kína, USA, Németország, Spanyolország, India, Egyesült Királyság) pedig már 10 GW feletti az összes szélérőmű kapacitás. Várhatóan 2014-ben elsőként Kína érheti el a 100 GW-os mérföldkövet (GWEC, 2014b).

2013-ban a szélenergia piac átlagos növekedése mindössze 12,5% volt (GWEC, 2014b), noha a befektetések nagyságrendje alig maradt el 2012-től. A lassabb fejlődés háttérben az európai gazdasági válság, az USA esetében politikai bizonytalanság állt. Ázsiában a kínai piac konszolidációja és a racionalizálása zajlott, így a szélérőmű telepítés mindössze a 2010/2011 évre jellemző nagyságendet érte el. A GWEC várakozásai szerint 2014 évben a szélérőmű installációk újra el fogják érni a 2012. évi értéket. Az ezredfordulóig hagyományosan európai országok (Dánia, Németország, Spanyolország) töltötték be a

vezető szerepet a szélenergia hasznosítás terén, melyhez 2008-tól Észak-Amerika (USA, Kanada), majd Ázsia (Kína, India) zárkózott fel. 2009–2013 között a világon évente már közel 40 000 MW új szélérőmű épült. Ennek

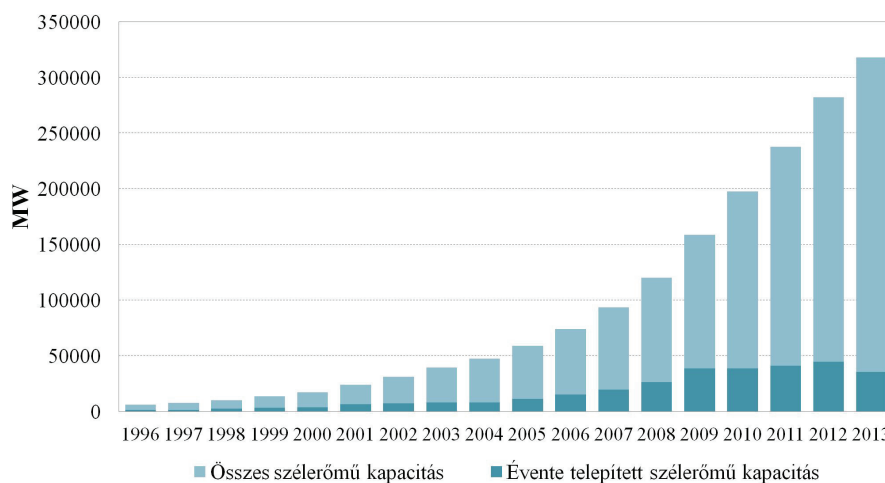
közel fele egyedül Kínában valósult meg.

Kínában a megújuló energiaforrások minél nagyobb arányú kihasználását a hosszú idők óta kedvezőtlen légszennyezési adatok mérséklése indokolja.

Az elképesztően gyors növekedést látva a kínai piacról

nyilvánosságra hozott statisztikai adatokat sokan fenntartásokkal kezelik. A kínai ambíciók mindenképpen nagyratörők. A kínai kormány a gazdasági válsággal szemben tett lépések sorában kulcsfontosságú területnek tartja a szélenergia-ipar fejlődését. Bízunk abban, hogy a meglévő szélérőmű kapacitásukat évente képesek lesznek nagyjából megduplázni, ezáltal a hagyományos szélenergia hasznosító országokat megelőzve előkelő helyre kerülni a világranglistán. Ez az elmúlt években sikerült is teljesíteni, így az európai szélpiac rendkívül gyorsan elveszítette elsőbbségét.

Kína még 2009-ben 30 GW szélérőmű kapacitás elérését tűzte célul 2020-ra, azonban 2013-ban már több mint 90 GW-ot tudhat magáénak, így a 2014-ben megfogalmazott új célkitűzés nem kevesebb, mint 200 GW 2020-ra. Kína azon országok sorába tartozik, mely az európai know-how-t átvéve a hazai igények kielégítésére saját szél-turbina-gyártó, szárnylapát-gyártó kapacitásokat létesített. A szélérőművek alkatrészeinek gyártása fejlett. A generátorok gyártásához szükséges ritka földfémek hatalmas lelőhelyeit tárták fel az országban, amely ezen alapanyagok európai feldolgozóit hozta kiszolgáltatott helyzetbe. A szélérőművek gyártási technológiájának



1. ábra: A Földön évente és összesen telepített szélérőmű kapacitás (GWEC, 2014a)

megismerését követő években Kínában az új telepítések fele hazai gyártású széleneróművekkel történt, 2013-ra az arány már 78%.

A Kínában működő széleneróművek 2013-ban közel 135 millió kWh-t termeltek, amely az ország villamos-energia-termelésének 2,6%-át jelentette. Az erőmű kapacitások 6%-át adták a széleneróművek. Természetesen a gyors fejlődés kihívást jelent a villamos energia hálózat számára és nagyarányú fejlesztések szükségesek a felépült széleneróművek hálózatra csatlakoztatásához.

Az ázsiai szélenergia piacon India, Japán és Ausztrália jelentős szereplő. India Ázsiában a második legnagyobb piac. Európai kapcsolatainak köszönhetően

komoly szél-turbina-gyártó kapacitásokkal rendelkezik. Ebben a milliárdos népességű országban telepített széleneróművek főként indiai gyártásúak, a szélturbinák elterjedése a szélenergia-ipar fejlődésével párosul.

Japán technológiai újításaival tűnik ki, főként az úszó *offshore* széleneróművek fejlesztése és alkalmazása terén. Japánban a 2011-ben történt atomkatasztrófa miatt döntöttek az energiaszerkezet átalakítása mellett és törekednek a megújuló energiaforrások nagyobb mértékű kihasználására.

Észak-Amerikában természetesen az Egyesült Államok meghatározó 61 GW szélenerómű kapacitásával, azonban 2013-ban a bizonytalan szövetségi politika és a korábban nyújtott adókedvezmények megszűnése miatt maradtak projektet befejezetlenül. A szélenergia hasznosításban Texas (12 GW), Kalifornia (5,8 GW), Indiana (5,1 GW), Illinois (3,5 GW) és Oregon (3,1 GW) államok kiemelkedők.

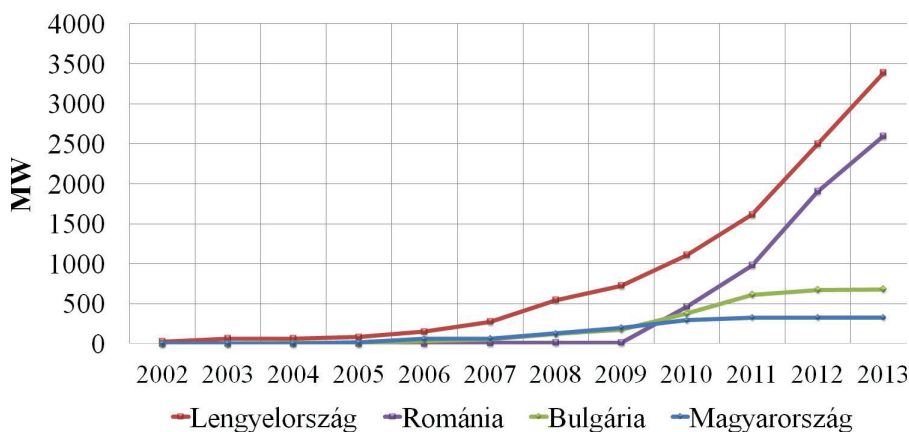
Kanada és Mexikó az elmúlt években komoly politikai döntésekkel támogatta a széleneróművek elterjedését. Kanadában egy év alatt 1,5 GW szélenerómű kapacitás épült, így szélből származott az elektromos áram 3%-a. Ontario

és Québec államok területén koncentrálódnak a széleneróművek. Dél-Amerikában egyedül Brazília rendelkezik jelentősebb szélpotenciállal és piaci lehetőségekkel.

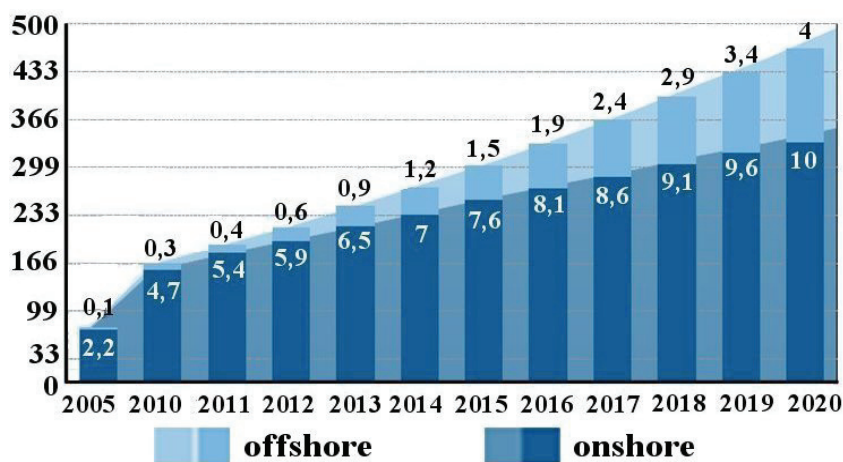
Sajnos mindeddig az afrikai kontinens kimarad a jelentősebb szélenerómű kapacitásfejlesztésekből, azonban várhatóan 2014 évben már látszani fognak a statisztikákban a Dél-Afrikában, Egyiptomban és Marokkóban jelenleg épülő szélenerómű parkok.

Szélenergia hasznosítás Európában. Az Európai Szélenergia Társaság adatai (EWEA, 2014) szerint Európában 2013-ban több mint 12 GW új szélenerómű épült, ennek

egy tizede tengerparti *offshore* erőmű. Horvátország csatlakozásával az EU-28 területén így 117 GW szélturbina termel áramot, az európai kontinens teljes területén 121,4 GW működik. Átlagos szélviesszonyok között ez a beépített teljesítmény 257 TWh áramtermelést jelent, ami képes az EU villamos energiaigényének 8%-át fedezni elektromos árammal. 2009-ben ez az arány mindössze 4,8% volt. Az új szélenerómű telepítések 2013-ban sajnos csak két országra koncentráltak, Németországra és az *offshore* telepítések mi-



2. ábra: Szélenerómű kapacitás változása 2002-2013 között Kelet- Közép Európában



3. ábra: Szárazföldi és tengerparti szélenerómű-parkok által termelt villamos energia tervezett fejlődése EU27-ben 2020-ig a nemzeti megújuló energia akciótervek alapján (EWEA, 2011)

att az Egyesült Királyságra. Elemzők szerint az ilyen mértékű területi koncentráció nem nyújt kedvező feltételeket a piac kiegyensúlyozott fejlődéséhez. Németországra az atomeróművek tervezett leállításai miatt alkalmaz nagy arányban környezetbarát energiatermelési módokat. A megújuló energiaforrások politikai támogatása mérséklődött.

A 2012. évben még meghatározó Spanyolországban, Franciaországban és Olaszországban a növekedés lelassult. A fejlődő piacnak számító kelet-közép európai országok közül Lengyelország és Románia tart még egy-

mással lépést, de 2011 után Magyarország és Bulgária egyértelműen megtorpant (2. ábra).

Amíg 2000-ben az EU energia szerkezetében a szélenergia hasznosítás részaránya még csak 2% volt, addig 2013 végére ez elérte a 13%-ot és ezzel megközelítette a nukleáris energia 14%-os nagyságrendjét, amely visszaszorulni látszik az európai energiamixben. Öröndetes, hogy az új villamosenergia-termelő kapacitások telepítésének sorában 2000-2013 között a szélerőművek még megelőzik a földgáz alapú erőműveket és a nap-emes technológiát.

Az EWEA szélerőmű beruházás előrejelzési programjában (EWEA, 2011) 2030-ra 150 000 MW offshore és 150 000 MW onshore szél-erőmű teljesítménnyel számol. 2020-ra Európa villamos energiafelhasználásának akár 14%-a származhat szélenergiából (3. ábra), míg az EWEA várakozásai szerint 2030-ra akár 400 GW szél-erőmű kapacitás üzemelhet, mely közel 30%-át fedezheti Európa villamos energiaigényének.

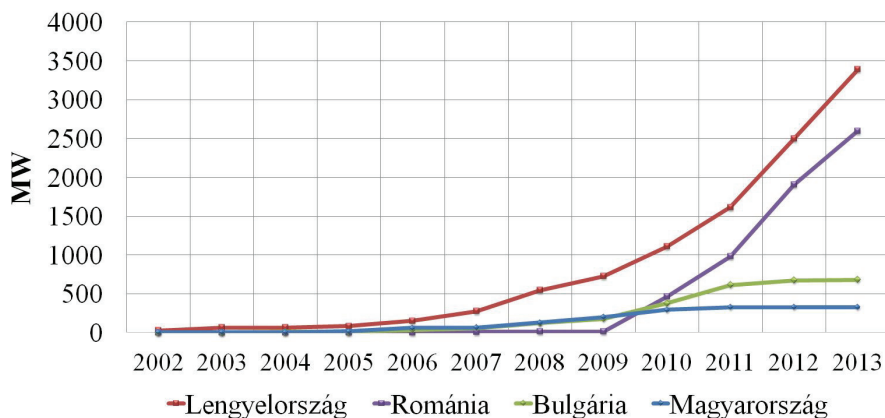
Az Európai Unió a 2007-ben kiadott megújuló energia útiterében a villamos energiatermelés szerkezetére vonatkozó, 2020-ig tartó prognózisában a szélenergia részarányának növekedését vizionálja. A 2050-re vonatkozó stratégiai tervekben változatlanul az egyik legjelentősebb megújuló energiaforrásként számolnak Európában a szélenergiával. A jövőben azonban a telepítések hangsúly várhatóan az offshore hasznosításra fog koncentrálni, miközben a szárazföldi telepítések növekedése mérséklődni fog. Víziók szerint az európai villamos-energia felhasználásnak akár 50%-a is származhat szélből.

A szél-erőművek nemcsak CO₂-mentes energiatermelést biztosítanak, de teljes életciklusra nézve is igen kedvező a fajlagos CO₂-kibocsátásuk. A szélenergia hasznosítása

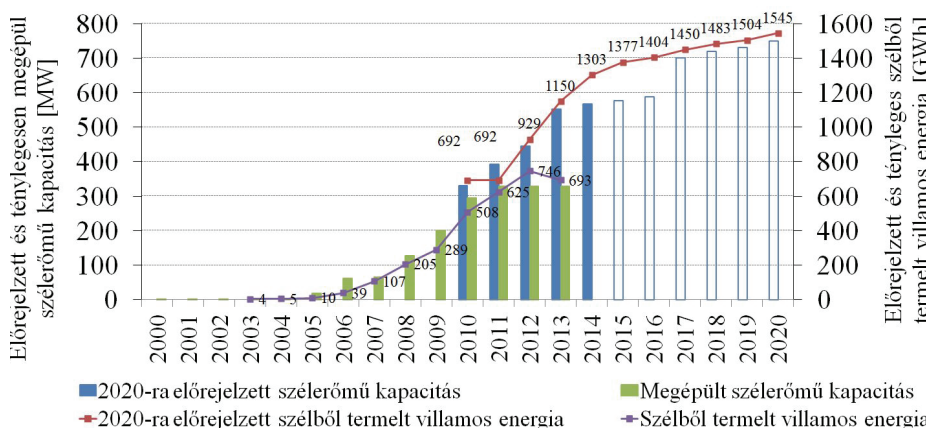
egyértelműen hozzájárul az energiatermelés diverzifikálásához, az energiabiztonság növeléséhez és az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság megvalósíthatóságához.

Az energetikai célok 2020-ig tartó megvalósításának útját Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervében (1002/2011. (I.14.) Korm. hat.) fogalmazza meg. Célkitűzés az, hogy a megújuló energiaforrásokból előállított energiának a 2020. évi teljes bruttó

energiafogyasztásban képviselt aránya érje el a 14,65%-ot. A 2011-es adatok szerint a megújuló energiák a teljes végső energiafogyasztás 7,4%-át teszik ki Magyarországon. A villamosenergia-termelés tekintetében a tervezett zöldáram aránya 2020-ra 10,9%, ami a jelenlegi felhasználáshoz képest szerény növekedés. A tervezett szél-erőmű kapacitás 2020-ra 750 MW. A tervezett 10,9% zöldáram arány eléréséhez jelentősen hozzájárulhat a szélenergia fokozottabb mértékű kihasználása.



4. ábra: Szélenergia hasznosítás fejlődése Magyarországon 2000-2013 között



5. ábra: Szél-erőmű kapacitásváltozás és a szélből termelt villamos energia mennyisége 2010-2020 között Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve (NFM, 2011) alapján

Magyarországon a megújuló energiák elméleti potenciálját összehasonlítva a szélenergia jelentős pozíciót foglal el. A szélenergia potenciál 75 m magasságban, 75 m rotor átmérővel, 56,85 TWh (204,7 PJ/év) energiatermelését tenné lehetővé, $P_{éves} = 6489$ MW (Hunyár et al., 2006).

A hazai szélenergia-termelés fejlődését a jó adottságok ellenére visszafogja a bonyolult és gyorsan változó jogszabályi környezet, illetve az ehhez kapcsolódó engedélyezési eljárások. Magyarországon rendszerirányítási okokra hivatkozva 2006-ban bevezettek egy 330 MW nagyságrendű szél-erőmű kapacitáslétesítési korlátot, ugyanakkor egy termelési korlátot is. A Magyar Energia Hivatal (MEH) szél-erőmű projektenként egyedileg meghatározta, hogy a megtérülést biztosító kötelező átvételi

Szélenergia hasznosítás Magyarországon.

időszak alatt a szél erőművek mennyi villamos energiát adhatnak magasabb átvételi áron a hálózatra. A számításokhoz átlagosan 24%-os kapacitáskihasználási tényezőt használtak. A tapasztalatok szerint az elmúlt években a hazai szél erőművek éves átlagban 21–26% kapacitáskihasználtságot mutattak. Egyes szélben gazdag hónapban természetesen ettől magasabb értékek is előfordulnak, de a havi kihasználtságok évről évre is változókéony.

2006. március 16-ig 1138 MW energiát előállító szél erőmű létesítésére nyújtottak be igénybejelentést. A felállított feltételrendszernek megfelelő szél erőmű parkok esetében az igényelt teljesítmény 51%-át engedélyezte a MEH. A jogszabályi környezet bizonytalanságát jól tükrözi az egyes években újonnan beruházott szél erőmű teljesítmény ingadozása is (4. ábra). A nehézségek ellenére 2011 első negyedévére megvalósult az engedélyezett közel 330 MW szél erőmű teljesítmény.

A szélenergiából termelt villamos energia folyamatosan növekedett az épülő erőmű kapacitásoknak köszönhetően (4. ábra). 2011–2013 között nem épültek új szél erőművek, így a termelt villamos energia mennyisége a szél potenciál évről évre történő változását tükrözi. 2012 igen jó széljárású év volt, a szélből termelt elektromos áram mennyisége megközelítette a 750 GWh-t. 2013-ban a 173 hazai szél erőmű 693 GWh áramot adott a hálózatra, mely a hazai villamos energiarendszer bruttó termelésének közel 3%-át jelenti.

A hazai energiapolitika egyik célkitűzése, összhangban az Európai Unióval, a zöldáram arányának növelése, mely a tervek szerint a villamosenergia-termelés tekintetében 2020-ra 20–21%-os hányadot jelent majd, ami a jelenlegi megújuló arány mintegy háromszorosa. Ennek eléréséhez jelentősen hozzájárulhat a szélenergia nagyobb kihasználása. A szélenergia esetében a 2010-ben előállított 2,49 PJ energiamentiség megduplázását, mintegy 5,56PJ energia termelését várják 2020-ra. Az 5. ábrán követhetjük, hogy Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési tervében prognosztizált fejlődési pálya szélenergia vonatkozásában hogyan valósul meg. Sajnos évről évre egyre nagyobb az eltérés a tervek és a tényleges megvalósítás között. Például a tervezett szél erőmű kapacitások 2020. évi eléréséhez évente 60–90 MW új szél erőmű építésnek kellene realizálnia.

A 2020-ig tartó időszakban a 2011. első felére megépült közel 330 MW-nyi szél erőmű kapacitás mintegy 410 MW-tal történő bővítésére lesz lehetőség. A szélből származó villamos energia aránya a hazai összes villamos energiatermeléshez képest 2013-ban közel 2%. Ennek az arálynak a további növelése 3–4%-ra a klímapolitikai célkitűzések megvalósítását, alacsony szén-dioxid kibocsátású zöldgazdaság fejlődését is elősegítheti.

A szigetüzemű és a háztartási méretű hálózatra csatlakozó szélenergia hasznosító berendezéseket kivéve, a nagyobb szél erőművek számára továbbra is fenntartanak egy kapacitáskorlátot, mely hatáson gátat szab 2006 óta a területre befektetni szándékozók számára. A már 2008-ban bevezetett szigorítások szerint új szél erőmű kapaci-

tás létesítésére pályázat útján lehet csak jogosultságot szerezni. A 2009-ben meghirdetett, de 2010 júliusában eredménytelen tender következtében az ipari méretű kategóriában a szélenergia szektor fejlődése Magyarországon egyértelműen megtorpant. Új szél erőmű telepítések sem 2012-ben, sem 2013-ban nem történtek. Ugyanakkor a 2005-ben bevezetett befektetéseket ösztönző kötelező átvételi rendszer a jövőben az új prioritásoknak megfelelően kerül módosításra. A jelenleg üzemelő szél erőművek tapasztalatai azt mutatják, hogy hazánkban is jól működő rendszerek építhetők. A hosszú évek óta folyó kutatások eredményei (Tar et al., 2001; Biróné Kircsi és Tóth 2006; Biróné Kircsi, 2008; Tar, 2014) azt összegzik, hogy a magyarországi szélviszonyok megfelelőek és a szélenergia hazánkban is kihasználható energiaforrás.

Köszönetnyilvánítás. A publikáció elkészítését a „Zöld Energia – Felsőoktatási ágazati együttműködés a zöld gazdaság fejlesztésére az energetika területén” című TÁMOP-4.1.1C-12/1/KONV-2012-0017 számú, és a „Fenntartható energetika megújuló energiaforrások optimalizált integrálásával (DÉnzero)” címet viselő TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0041 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- Biróné Kircsi, A. és Tóth, P., 2006: A magyarországi szélenergia hasznosítás tapasztalatai és jövője. *Energiagazdálkodás* 47, 18–24.
- Biróné Kircsi, A., 2008: Large scale wind climatologically ésstaminations for utilization of wind energy. *Acta Geographica Debrecina. Landscape And Environment* 2, 86–90.
- EWEA, 2011: Pure Power. Wind energy targets for 2020 and 2030. http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Pure_Power_III.pdf
- GWEC, 2014a: Global Wind statistics 2013. <http://www.gwec.net/global-figures/wind-energy-global-status/>
- GWEC, 2014b: Global Wind Report 2013 - Annual market update. http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/04/GWEC-Global-Wind-Report_9-April-2014.pdf
- EWEA, 2014: Wind in power. 2013 European statistics. http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA_Annual_Statistics_2013.pdf
- Hunyár, M., Veszprémi, K. és Szépszó, G., 2006: Újdonságok Magyarország szélenergia potenciáljáról. In: Magyarországi szél és napenergia kutatás eredményei. (szerk.: Dobi, I.) OMSZ, Budapest. 94–109.
- NFM, 2011: Megújuló energia – Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési terve 2010–2020. <http://2010-2014.kormany.hu/>
- Tar, K., Makra, L., Horváth, Sz., és Kircsi A., 2001: Temporal change of some statistical characteristics of wind speed in the Great Hungarian Plane. *Theoretical and Applied Climatology*, 69, 69–79.
- Tar, K., 2014: Statistical structure of the surface layer wind field in Hungary. Direction, speed and energy of the wind. *Lambert Academic Publishing*, ISBN: 978-3-8484-0139-0, pp 88