



DOI: 10.18427/iri-2017-0104

Magyarország helyzete a nemzetközi szélenergia térképen

Banász Zsuzsanna, Szenteleki Eszter

Pannon Egyetem

A dolgozat témáját a megújuló energiaforrások közül a szélenergiából nyert villamos-energia képezi. A téma motivációját az nyújtotta, hogy hazánkban (Magyarországon) egy időben látványos szélturbina telepítések történtek, majd ez a trend mintha megállt volna. A szerzők arra voltak kíváncsiak, hogy a szélturbinák telepítése más országokban is stagnál-e, illetve mitől függ az országokban telepített szélenergia mennyisége, továbbá mennyire nyereségesek a telepítő, illetve üzemeltető vállalkozások. A tanulmány nemzetközi és magyar szekunder statisztikák alapján leíró statisztikákkal mutatja be a nemzetközi szélenergia térképet, és kapcsolatvizsgálatokat végez. Az elemzés az elérhető nyilvántartások alapján az alábbi három kutatási kérdésre keresi a választ: (1) Az országokban telepített szélturbinák teljesítményének időszora milyen trenddel jellemezhető? Feltételezésünk szerint exponenciálisan növekvővel. (2) Milyen a kapcsolat az országok egy főre jutó kumulált szélenergia-kapacitása és az egy főre jutó GDP-je között? Feltételezésünk szerint erős. (3) A Magyarországon telepített szélerőművek üzemeltetői nyereséges vállalkozások? Feltételezésünk szerint igen.

Bevezetés

A témaválasztás motivációját az adta, hogy a Magyarországon néhány éve tapasztalt látványos szélturbina telepítések nem bővültek tovább az azóta eltelt időszakban. Az erőművek nem működtethetők nyereségesen? Más országokban is hasonló stagnálás tapasztalható a szélenergia kapacitás kihasználása terén?

A kutatás tárgyát a nyilvántartott szélerőművek teljesítménye képezi nemzetközi szinten. A vizsgálatnak nem képezik tárgyát a magán beruházások, amikor például egy család a saját maga által készített, készített vagy csak a saját villamos-energia igényeinek kielégítésére beszerzett szélkereket üzemeltet. Ennek oka, hogy ezekről nincsenek elérhető nyilvántartások, csak a nagyobb erőművekről.

A kutatás három kérdésre (K) keresi a választ, melyek közül az első kettő nemzetközi, a második magyar témájú. Az *1. táblázat* foglalja össze

e kutatási kérdéseket és a várható eredményekkel kapcsolatos feltételezéseinket (F).

1. táblázat. Kutatási kérdések (K) és feltételezések (F)

	Kutatási kérdés (K)	Feltételezés (F)
1.	Az országokban telepített szélturbinák teljesítményének idősora... K1: ... milyen trenddel jellemezhető?	F1: ... jól jellemezhető exponenciálisan növekvő trenddel. (Kevés országban van Magyarországhoz hasonló stagnálás.)
2.	Az országok éves szélenergia-bővítése és GDP-je közti kapcsolat ... K2: ... milyen?	F2: ... erős.
3.	A Magyarországon telepített szélenergia-üzemeltetők ... K3: ... nyereséges vállalkozások?	F3: ... nyereséges vállalkozások.

Saját összeállítás

A megújuló (szél)energia hasznossága

A megújuló energiák fontossága szinte már unalomig ismételt a globális felmelegedés elleni küzdelem, a fenntartható fejlődés, illetve a fosszilis energiák várható kimerülése kapcsán. Jelen fejezetben nem kívánjuk összefoglalni a szakirodalomnak e gyakran említett vonatkozását, helyette néhány érdekes tény, elgondolkodtató irodalom áttekintésére kerül sor.

Az európai országok többsége nagy függésben áll a fosszilis üzemanyagok importjától, egyre inkább olyan országoktól, melyek politikailag sem stabilak (Krohn, 2009). Becslések szerint 2060-ra a 2000. évi energiafelhasználás a háromszorosára fog duzzadni. Magyarországon az energiahordozók száma rendkívül csekély, ezért nagyon fontos kérdés az energiafüggettség csökkentése (Bencze, 2005a, b).

A megújuló energiákat hasznosító iparágak munkahely teremtő volta sem hanyagolható el. 2003-ban Németország energiafelhasználásának 30%-a származott nukleáris energiából, a szélből nyert energia ennek mindössze 16%-a volt, ennek ellenére munkahelyteremtés szempontjából nem volt jelentős eltérés köztük (Pethő & Petrasovszky, 2003).

Sokat az atomenergiában látják kimerülő fossziliák helyettesítését, mivel a fosszilis energiaforrásokhoz viszonyítva alacsony a szén-dioxid kibocsátása. Az atomerőművek ellen nemcsak az esetleges balesetkből származó katasztrófák szólnak, hanem olyan környezeti hatások is, mint például a hőszennyezése. Magyarországon a paksi atomerőmű a Duna vizét használja hűtésre, amelynek hatására a környező folyamrészben 8-9 °C-kal is megnő a víz hőmérséklete, amely táptalajt ad baktériumok és algák elszaporodásának (ETV, 2004). Ha elfogadjuk azt, hogy a szakemberek szerint ma már teljesen biztonságosan üzemeltethetők a nukleáris erőművek, akkor is figyelembe kell venni azt, hogy egy ilyen erőmű kiépítése és fenntartása sokkal költségesebb vállalkozás, mint a megújuló energiák hasznosításába történő beruházás. Mindemellett katonai célpont is lehet (Mika & Kertész, 2014).

A megújuló energiák költséges voltát leginkább a segítségükkel előállított energia tárolása és szállítása okozza. Ez a probléma például a használati melegvíz előállítására szolgáló napkollektorokkal, nevezetesen az, hogy a nyáron felmelegített vizet nem lehet tárolni télig.

A szélenergiával előállított energia (áram) szállítása megoldott, ha az ország szabályozza a központi áramhálózatba csatlakoztathatóságát (így nem szükséges drága akkumulátorba beruházni). Előnyei közé tartozik továbbá az, hogy „tisztá, környezetkímélő, gazdaságos és megbízható” (Imre, 2003), a telepítések helyének gondos megválasztása miatt ma már nem jár zajkárral (Domán et al., 2013). Egyesek szerint a szélkerekek hátrányai, hogy a mozgó kereket elpusztítják a madarakat. Sok feltételezés arra alapozott, hogy a ragadozó madarak a zsákmányuk elejtésére koncentrálva a turbinalapátoknak repülnek, viszont ez megtörténik egyéb természetes vagy mesterséges útkadályok esetében is, például fákkal vagy házakkal, így nem jelenthető ki, hogy a szélkerekek nagyobb veszélyt rejtenének a madarak számára, mint például a fák, vagy a magasabb épületek. A számadatok is ezt bizonyítják, legfeljebb 1-2 madárütközés/turbina/év figyelhető meg, ez üvegtáblák esetében akár a duplája is lehet. Ezeket a problémákat meg lehet előzni a szélérőművek helyének gondos megválasztásával, figyelembe véve a madarak vonulási útját.¹ Más vélemények szerint a madarak akár 100–200 méterre is elkerülik a szélkerekeket akár éjjel, akár nappal, tehát nem áll fenn a veszély (Kasza, 2009).

A szélenergia-kapacitás hasznosítását célzó tervek gyorsan fejlődnek. Norvégia partvonalában, Európa legnagyobb szeles területén, a turizmus malmára is szeretnék hajtani a szélenergiában rejlő hatalmas lehetőségeket. Az 1. ábrán illusztrált tervek szerint egy olyan turbinavárost hoznának létre a tengerben, ahol az erőművek tövébe akár hotelt, fürdőt építenének. Ezek energiaellátásáról gondoskodna a följük magasodó széltorony, mely 8MW-os teljesítményéből elegendő lenne csupán 1MW a komplexum fenntartáshoz.

1. ábra. Norvégiai turbinaváros terve a tengeren



Forrás²

Arról is eltérő elemzések születnek, hogy egy ország földrajzi adottságai egyáltalán alkalmasak-e a szélérőművek megtérülésére. Magyarországról

¹ Forrás: <http://www.magasbakony.hu/szeleromu/szeleromuvek+madarak.htm> [2017.03.30.]

² Forrás: <http://www.designboom.com/architecture/on-office-turbine-city/> [2017.03.30.]

is készültek mérések, amelyek ösztönzik azt, hogy bizonyos tájakon beruházásokat hajtsanak végre (Tóth-Schrempf, 2013). Ezzel szemben olyan vélemény is van, amely szerint Magyarországon a szél sebessége legfeljebb 10 m/s, amely nem kedvező, mivel egy szélerőmű a névleges teljesítményét kb. 15 m/s erősségű szélnél éri el (Bakosné, 2009).

Egyes vélemények szerint napjainkban Nagy-Britanniát kellene követnünk szélenergia beruházások terén, ahol a hatalmas, Dogger Bank nevű projekt küszöbén állnak. 2019-ben kezdődnek a munkálatok a világ legnagyobb tengeri szélparkjának megépítésére. A létesítmény helyigénye 2x500 km². A tervezett költség mintegy 6–8 milliárd GBP, amely a számítások alapján 15 éven belül megtérülne. Érdekes megfigyelni a 2. táblázatot, mely a Dogger Bank és a Magyarországon tervezett Paks II. atomerőmű beruházást hasonlítja össze. Eszerint olcsóbb lenne szélenergiába fektetni atom helyett. Egyedül a termelt villamos energia mennyisége és a várható élettartambeli különbség szólhat a szélenergia kihasználása ellen (Újhelyi, 2015).

2. táblázat. Dogger Bank és Paks II. összehasonlítása

	Mértékegység	Dogger Bank	Paks II.
Teljesítőképesség	MW	2400	2400
Egységteljesítmény	MW	400x6 = 2 400	2x1200 = 2
Beruházási költség	milliárd EUR	6,4–11,2	12,5
A termelt áram önköltsége	EUR/MWh	140	60
Termelt villamos energia	TWh/a	8	17
Várható élettartam	év	30	60

Forrás: Újhelyi, 2015.

Egy szélerőmű beruházás megvalósítása és megtérülése után (hitelből történt üzembe helyezés esetén, ha már megtörtént annak visszafizetése, azaz ha már nincs kamat és törlesztő részlet, akkor) már csak a viszonylag alacsony fenntartási költségeket kell fizetni. Ezzel szemben a hagyományos erőműveknél jelentős bevételkiesést jelent a fenntartáshoz szükséges üzemanyag-felhasználás (Tóth, 2013).

A megújuló energiák használatát nemzetközi egyezmények is ösztönzik, például az Európai Unió 2020-ra szóló stratégiai célkitűzései (EU 2020) közül az egyik az, hogy az EU-ban a megújuló energia felhasználását 2020-ra 20%-ra kell emelni.³

A továbbiakban a kutatási kérdések vizsgálatának bemutatására kerül sor, előbb a nemzetközi szintű (3. fejezet), majd a Magyarországra fókuszáló (4. fejezet) elemzésekre.

³ Forrás: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/europe-2020-indicators> [2017.04.19.]

A szélerőenergia nemzetközi helyzete (K1-2)

E nemzetközi szélerőenergia-helyzettel foglalkozó fejezet két alfejezetre tagolódik, a vonatkozó két kutatási kérdésnek megfelelően.

Az országokban telepített szélenergia teljesítményének időszora milyen trenddel jellemezhető? (K1)

Feltételezésünk szerint ezen idősorok jól jellemezhetők exponenciális trenddel. Bár Magyarországon néhány éve nem telepítettek új erőműveket, feltételezésünk szerint a legtöbb országban tovább bővül, még hozzá exponenciális jelleggel a szélenergia-állomány.

A felhasznált adatbázis bemutatása. A 3. táblázat felsorolja a szélerőenergia statisztikákat nyilvántartó legnagyobb nemzetközi szervezeteket. Emellett az egyes országoknak is van legalább egy nemzeti szervezetük, amely összefogja az ország szélerőenergiával kapcsolatos információit.

3. táblázat. Szélerőenergia-statisztikákat publikáló nemzetközi szervezetek

Szervezet neve	vizsgált országok
BP	összes
REN21: Renewable Energy Policy Network for 21st Century (A 21. század megújuló energia politikájának hálózata)	összes
EWEA: The European Wind Energy Association (Európai szélerőenergia egyesület)	európai
GWEC: Global Wind Energy Council (Globális Szélerőenergiái Tanács)	összes

Saját összeállítás

Legjobb tudomásunk szerint csak a BP honlapján található Excelben letölthető adatbázis az egyes megújuló forrásokból nyert energia mennyiségéről (BP, 2017), ezért ez szolgáltatta a további vizsgálatok alapját. Érdekes megjegyezni, hogy bár több világszervezet publikálja azt, hogy az egyes országokban összességében mennyi a megújulókból nyert energia, de az, hogy ezen belül mennyi az egyes megújuló energiatípusokból (például nap-, szélerőenergiából, stb.) előállított energia, ezt pont az egyik legnagyobb olaj és gázvállalat – a BP (British Petroleum) – publikálja.

A nemzetközi vizsgálataink alapját képező BP statisztika legfrissebb változata a 4. táblázatban felsorolt 42 országról tartalmazza azt, hogy 1997–2015 között (19 évre vonatkozóan) az adott év végén mennyi megawatt (a továbbiakban MW) kapacitású szélenergia-erőművel rendelkezett az adott ország.

4. táblázat. A vizsgált országok (ABC sorrendben)

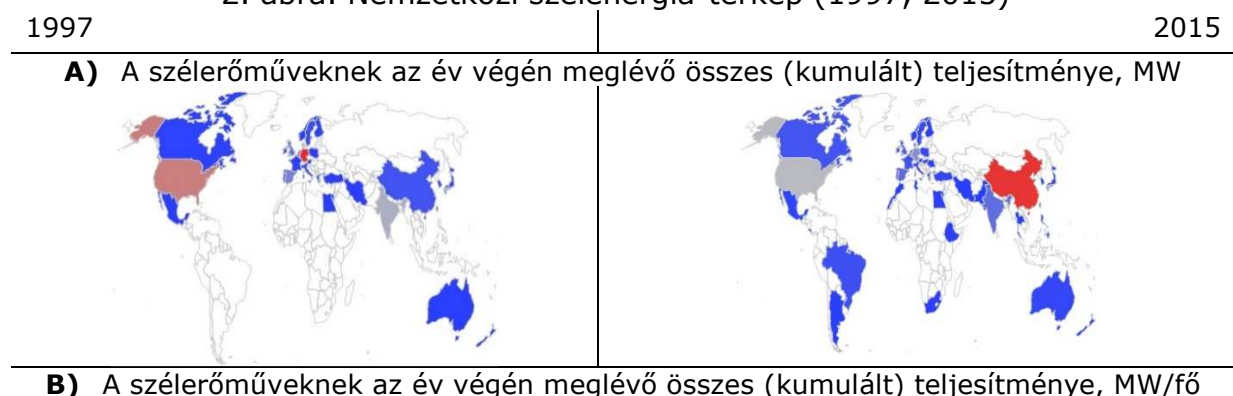
ssz. neve	kód	ssz. neve	kód	ssz. neve	kód
1. Amerikai Egyesült Államok (US)	USA	15. Finnország	FIN	29. Mexikó	MEX
2. Argentína	ARG	16. Franciaország	FRA	30. Németország	DEU
3. Ausztrália	AUS	17. Fülöp-szigetek	PHL	31. Norvégia	NOR
4. Ausztria	AUT	18. Görögország	GRC	32. Olaszország	ITA
5. Belgium	BEL	19. Hollandia	NLD	33. Pakisztán	PAK
6. Brazília	BRA	20. India	IND	34. Portugália	PRT
7. Bulgária	BGR	21. Irán	IRN	35. Románia	ROU
8. Costa Rica	CRI	22. Írország	IRL	36. Spanyolország	ESP
9. Dél-Afrika	ZAF	23. Japán	JPN	37. Svédország	SWE
10. Dél-Korea	KOR	24. Kanada	CAN	38. Thaiföld	THA
11. Dánia	DNK	25. Kína	CHN	39. Tajvan	TWN
12. Egyesült Királyság (UK)	GBR	26. Lengyelország	POL	40. Törökország	TUR
13. Egyiptom	EGY	27. Magyarország	HUN	41. Tunézia	TUN
14. Etiópia	ETH	28. Marokkó	MAR	42. Új-Zéland	NZL

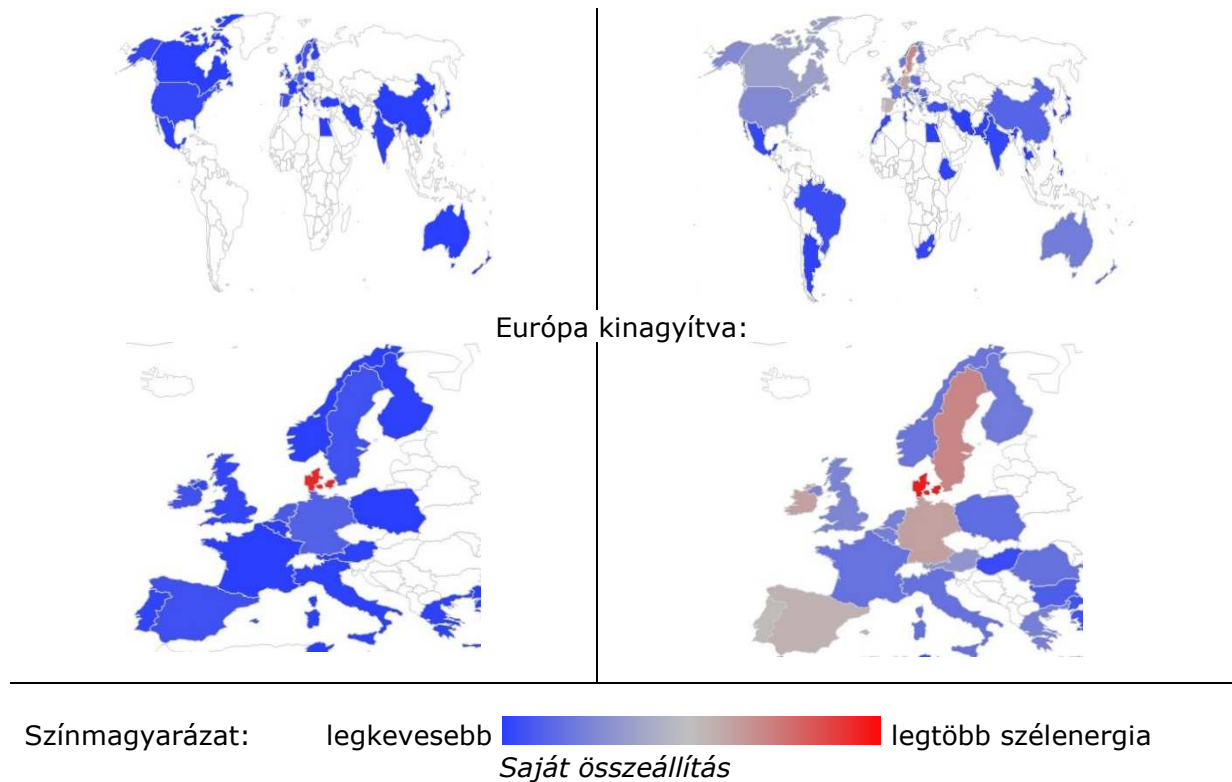
Saját összeállítás

Eredmények

Kiindulásként a 2. ábra térképei szemléltetik a szélenergia területén vezető (pirossal színezett) országok átrendeződését a vizsgált időintervallum két szélső éve alapján. A 2. ábra A) része az országok kumulált teljesítményét mutatja (azaz azt, hogy az adott év végén összesen mennyi MW szél erőmű működött). Míg 1997-ben Németország volt e területen a világelső (2007-ig), 2015-re Kína került e rangsor élére (2010-től ők vezetik a ranglistát). (2008-9-ben USA vezette ezt a toplistát.)

2. ábra. Nemzetközi szélenergia-térkép (1997, 2015)





A 2. ábra B) részén lévő térképek az A) ábrák népességszámra vetített nagyságát mutatják, mivel nagyobb országban feltételezhetően több a szélturbinák száma. Ezért az országok összehasonlításakor lényegesebb lehet a népességszámra vetített szélenergia-teljesítmény. Mindkét vizsgált évben a viszonylag kis Dánia volt az, amely magasan vezette az egy főre jutó szélenergia-kapacitás rangsorát.

Kutatási kérdésünk az országok idősorainak trendjére vonatkozik, amely feltételezésünk szerint az országok többségében jól jellemezhető exponenciálisan növekvő trenddel. A „jól jellemzi” kifejezés alatt azt értjük, hogy a tényleges adatsorra olyan exponenciális trend illeszthető, amely esetében az R mutató abszolút értéke 0,7 (R^2 értéke 0,49) feletti és szignifikáns (Sig. < 0,05). Az 5. táblázatban található trendillesztés eredményei. Az országok az exponenciális modell R^2 értéke szerinti csökkenő sorrendben kerültek listázásra.

Minden országra teljesül az exponenciális trenddel való „jó” jellemezhetőségnek a 0,49-nél nagyobb R^2 kritériuma (a kevés adattal rendelkező, így szignifikáns R értéket nem eredményező Fülöp-szigetek kivételével).

5. táblázat. Az országos szélerőmű-teljesítmény exponenciális trendje

Ország	N	R ²	Sig.	Ország	N	R ²	Sig.	Ország	N	R ²	Sig.
UK	19	,985	,000	Brazília	18	,934	,000	Norvégia	19	,879	,000
US	19	,984	,000	Tajvan	19	,930	,000	Ausztria	19	,867	,000
Belgium	19	,984	,000	Tunézia	18	,925	,000	Spanyol-ország	19	,858	,000
Svédország	19	,980	,000	Costa Rica	18	,924	,000	Egyiptom	19	,855	,000
Kanada	19	,978	,000	Törökország	19	,923	,000	Dánia	19	,854	,000
India	19	,978	,000	Portugália	19	,922	,000	Magyarország	15	,852	,000
Írország	19	,970	,000	Irán	19	,908	,000	Pakisztán	5	,849	,026
Lengyelország	19	,964	,000	Dél-Korea	19	,907	,000	Japán	19	,810	,000
Kína	19	,964	,000	Ausztrália	19	,903	,000	Argentína	18	,805	,000
Olaszország	19	,960	,000	Románia	10	,902	,000	Thaiföld	6	,776	,020
Hollandia	19	,953	,000	Mexikó	19	,900	,000	Fülöp-szigetek	3	,750	,333
Franciaország	19	,947	,000	Új-Zéland	19	,895	,000	Bulgária	8	,744	,006
Marokkó	17	,944	,000	Görögország	19	,884	,000	Etiópia	6	,705	,037
Finnország	19	,944	,000	Németország	19	,883	,000	Dél-Afrika	14	,623	,001

Jelölés: nem szignifikáns (Sig. > 0,05)

Saját összeállítás

Az 1. feltételezésben zárójelben megjegyzésre került, hogy kevés országban van Magyarországhoz hasonló stagnálás. A továbbiakban ennek vizsgálatára térünk át. A 6. táblázat felsorolja a vizsgált 42 országból azt a 26 országot, amelyeknél volt legalább egy olyan év, amikor nem bővült a szélerőművek teljesítménye.

6. táblázat. Az országok szélerőmű-teljesítményének stagnálása

ország	db	évek																	
		'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
Irán	9																		
Dél-Afrika	9																		
Tunézia	9																		
Mexikó	8																		
Egyiptom	7																		
Costa Rica	6																		
Törökország	6																		
Argentína	5																		
Brazília	5																		
Magyarország	5																		
Marokkó	5																		
Új-Zéland	5																		
Tajvan	4																		
Etiópia	3																		
Lengyelország	3																		
Finnország	2																		
Dél-Korea	2																		
Thaiföld	2																		
Ausztrália	1																		
Ausztria	1																		
Bulgária	1																		
Dánia	1																		
Norvégia	1																		
Pakisztán	1																		
Fülöp-szigetek	1																		
Spanyolország	1																		

Saját összeállítás

Az országok a második oszlop szerinti csökkenő sorrendben láthatók, amely oszlopban az található, hogy mennyi olyan év volt a 18 vizsgálható éves változás közül, amikor nem bővült a szélerőmű-teljesítménye. Fekete cella jelzi azokat az éveket, amely évben ez megfigyelhető volt. Az, hogy nem bővült a szélerőmű-teljesítménye, nem minden esetben jelent stagnálást, 3 esetben (Dániában, Iránban és Tajvanon 1-1 évben, valószínűleg bizonyos szélerőművek üzemén kívül helyezése miatt) összességében csökkent a szélerőművek teljesítménye.

Így a 6. táblázat címében a stagnálás szó pontosabban azt takarja, hogy nem bővült a kapacitás. Bár a táblázatban látható, hogy vannak országok, amelyek Magyarországhoz hasonlóan 5 évben, vagy akár ennél több évben nem bővítették a szélerőműveiket, de ez egyik ország esetében sem azt jelenti, mint Magyarország esetében, hogy a legutóbbi 5 évben nem történt volna fejlesztés. Magyarország kivételével nincs olyan ország, amely 2012-től egyáltalán nem bővítette volna a szélerőmű-teljesítményét. Ebből a szempontból elfogadjuk az 1. feltételezésünk zárójeles részét. A következő alfejezetben áttérünk a második kutatási kérdés vizsgálatára.

Az országok éves szélenergia-bővítése milyen kapcsolatban áll a GDP-vel? (K2)

Feltételezésünk szerint – a címben jelzett változók között – erős kapcsolat van.

A felhasznált adatbázis bemutatása. A nemzetközi élvonalbeli alkalmazott makroökonómiai szakirodalom gyakran vizsgálja az országok jövedelmének (GDP) az energiagazdálkodás egyes indikátoraival való kapcsolatát, azonban utóbbin belül nem kezelik kiemelten a szélenergiát. Az országok összehasonlításakor az indikátorokat (szélenergia, GDP,) lakosságszámra vetítve hasonlítjuk össze. A GDP és népességi adatok forrásként a Világbank adatbázisa⁴ szolgált. A GDP mutatók közül a nemzetközi vizsgálatokhoz ajánlott vásárlóerő-paritás (PPP) alapút választottuk, konstans (2011-es) nemzetközi valutában kifejezve.

E kutatási kérdés vizsgálatakor a 42 ország 40-re szűkült, mivel a Világbank adatbázisában nem szerepel Tajvan. Továbbá a Fülöp-szigetek szélenergiájáról csak kevés évről van adat.

A GDP/főnek nemcsak az adott évi szélenergia-bővítéssel való kapcsolatát vizsgáljuk, hiszen lehetséges az, hogy ha egy ország adott évi kiemelkedően magas GDP-je ösztönzi az országot szélenergia beruházásra, akkor ez csak néhány évvel később tud megvalósulni. A „néhány” év alatt az adott évet követő első és második évet vizsgáljuk. A kapcsolatot erősségnek nevezzük, ha az ezt mérő mutató abszolút értéke nagyobb 0,7-nél, gyengének, ha kisebb, mint 0,4.

Eredmények

A kapcsolatvizsgálatokat elvégezhetjük országonként és évenként is. A 7. táblázat kék háttérű része az országonként elvégzett kapcsolatvizsgálat (R értékek) eredményei alapján készült. A 40 országnak körülbelül csak a felében (43%-ában) kaptunk szignifikáns eredményt. Viszont ezen értékelhető eredmények mindegyike legalább közepesen erős kapcsolatra utal. Ugyanezek a megállapítások tehetők akkor is, ha az adott évi GDP-nek nem ugyanazon év szélenergia telepítéseire való hatását vizsgáljuk (a 7. táblázat A oszlopában), hanem az adott évet követő első (B oszlop), illetve második évbéli (C oszlop) beruházásokra gyakorolt hatását. Ha a vizsgált időintervallumot két részre osztjuk: a 2008-as válság évéig, és az azt követő évekre, akkor sem tudunk több országot szignifikáns kapcsolattal jellemezni.

4

<http://databank.worldbank.org/data/views/variableSelection/selectvariables.aspx?source=world-development-indicators> [2017.04.07.]

7. táblázat. A jövedelem (GDP/fő) és éves szélenergia-bővítése (W/fő) közti kapcsolat

	A) adott évi	B) 1 évvel elcsúsztatva	C) 2 évvel elcsúsztatva
Az országonkénti vizsgálat eredményeinek (R értékeinek) összefoglalása			
A nem szignifikáns (Sig. > 0,05) eredményekkel jellemezhető országok száma:			
	43 %	50 %	43 %
A szignifikáns eredményekkel jellemezhető országok megoszlása az R értékek alapján:			
erős kapcsolat	30 %	30 %	35 %
közepesen erős kapcsolat	27 %	20 %	22 %
gyenge kapcsolat	0	0	0
Az évenkénti vizsgálat eredményeinek (Rho értékeinek) összefoglalása, a szignifikáns eredményekkel jellemezhető évek megoszlása a Rho értékek alapján, Norvégia nélkül*:			
erős kapcsolat	83 %	78 %	14
közepesen erős kapcsolat	17 %	17 %	3
gyenge kapcsolat	0	5 %	0

* Norvégia nélkül minden év eredménye szignifikáns, Norvégiával a 2009-es év adata nem szignifikáns. Forrás: Saját összeállítás

Nemcsak országonként vizsgálható a GDP és a szélenergia kapcsolata, hanem évenként is. Ennek erősségét jelzik a 7. táblázat piros háttérű részében található Spearman-féle rangkorrelációs együtthatók (Rho értékek) alapján készült összefoglalók. A 2009-es éven kívül az összes többi évben szignifikánsnak kapcsolat mutatható ki a szélenergiának és a GDP-nek az országok közti rangsora között. Ez a kapcsolat minden esetben pozitív. Vagyis, ha évente vizsgáljuk az adatokat, akkor megállapítható, hogy a viszonylag gazdagabb országokban viszonylag több volt a szélturbina telepítés is.

A 2009-es nem szignifikáns eredmények oka, hogy az az ország, amelyik a legmagasabb egy főre jutó GDP-t mondhatta magáénak (Norvégia), 2009-ben csak viszonylag kis mértékben bővítette a szélerőműveit. Ha eltekintünk Norvégiától, akkor 2009-re is szignifikáns eredményt kapunk. A kapcsolat erőssége minden esetben legalább közepesen erős ($Rho > 0,4$). A nemzetközi vizsgálatok után áttérünk a harmadik – Magyarországra fókuszáló – kutatási kérdésre.

A szélenergia helyzete Magyarországon (K3)

Magyarország helyzete szélenergia kihasználás szempontjából viszonylag rossznak tekinthető. Ezt támasztja alá a 8. táblázat, amelyben a 2015. évi szélenergia-állomány rangsora látható négy féleképpen: a 2015. év végén az országban telepített összes (kumulált) teljesítményük alapján, csak a 2015. évben történt telepítések nagysága szerint, továbbá ezeknek a lakosságszámra vetített értéke szerinti. Magyarország (HUN) adatait a

táblázat szürke háttérrel jelöli. A tényleges, megawattban mért értékek mellett a Magyarország adatának bázisán képzett viszonyszámok is megtalálhatók két indikátor (a kumulált értékek) esetében. A 2015 év során történt telepítésekhez tartozó oszlopokban ez a szorzó nem számítható, mivel Magyarországon ebben az évben nem történt újabb szélturbina telepítés.

Magyarországot a toplista vezető országokhoz hasonlítva elmondható, hogy 2015 végén Kínában 406-szor annyi szélkerék forgott, mint Magyarországon. Az országok egy lakosára jutó szélenergia nagyságának összehasonlításakor pedig az állapítható meg, hogy a toplista-vezető Dánia 24-szer jobb helyzetben volt Magyarországhoz képest.

Magyarországot nem a ranglisták vezető országaihoz mérve, hanem a határos országokhoz, ez az összehasonlítás csak Romániával (ROU) és Ausztriával (AUT) végezhető el, mivel a BP adatbázisában csak róluk van nyilvántartás (a többi szomszéd, azaz Szlovákia, Ukrajna, Szerbia, Horvátország és Szlovénia nem szerepel a BP adatbázisában).

8. táblázat. Nemzetközi szélenergia toplista, 2015

országos összes						lakosságszámra vetítve								
	kód	2015. év végi kumulált	HUN = 1		kód	2015. évi bővülés		kód	2015. év végi kumulált	HUN = 1		kód	2015. évi bővülés	
1.	CHN	145109	406,47	1.	CHN	30500		1.	DNK	86893	23,96	1.	DEU	7155
2.	USA	74740	209,36	2.	USA	8594		2.	SWE	62518	17,24	2.	FIN	6811
3.	DEU	45018	126,10	3.	DEU	5825		3.	DEU	55296	15,25	3.	SWE	6144
4.	IND	25088	70,27	4.	BRA	2753		4.	IRL	54862	15,13	4.	IRL	4827
5.	ESP	23025	64,50	5.	IND	2623		5.	ESP	49604	13,68	5.	AUT	3747
6.	GBR	14191	39,75	6.	CAN	1326		6.	PRT	46528	12,83	6.	CAN	3699
7.	CAN	11190	31,34	7.	POL	1265		7.	CAN	31212	8,61	7.	POL	3329
8.	FRA	10269	28,76	8.	GBR	1204		8.	AUT	27809	7,67	8.	NLD	3221
9.	ITA	9126	25,56	9.	FRA	932		9.	USA	23253	6,41	9.	DNK	2714
10.	BRA	8715	24,41	10.	TUR	873		10.	GBR	21786	6,01	10.	USA	2674
11.	SWE	6126	17,16	11.	MEX	714		11.	NLD	20202	5,57	11.	BEL	2393
12.	POL	5150	14,43	12.	SWE	602		12.	GRC	19879	5,48	12.	CHN	2224
13.	DNK	4932	13,82	13.	NLD	546		13.	BEL	19760	5,45	13.	GBR	1848
14.	PRT	4815	13,49	14.	ETH	483		14.	AUS	18653	5,14	14.	AUS	1598
15.	TUR	4503	12,61	15.	ZAF	483		15.	FIN	17957	4,95	15.	GRC	1587
16.	AUS	4436	12,43	16.	ITA	423		16.	NOR	16538	4,56	16.	CRI	1456

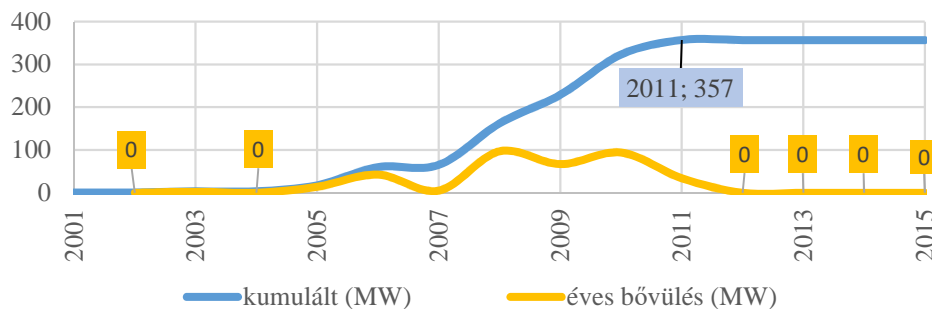
17	NLD	3422	9,58	17	AUS	380	17	FRA	15371	4,24	17	FRA	1395
18	MEX	3224	9,03	18	FIN	373	18	ROU	15051	4,15	18	BRA	1325
19	JPN	3084	8,64	19	AUT	323	19	ITA	15009	4,14	19	PRT	1276
20	ROU	2985	8,36	20	BEL	270	20	NZL	15006	4,14	20	TUR	1110
21	IRL	2546	7,13	21	JPN	244	21	POL	13553	3,74	21	ZAF	879
22	AUT	2395	6,71	22	KOR	225	22	CHN	10582	2,92	22	ITA	696
23	BEL	2230	6,25	23	IRL	224	23	BGR	9195	2,54	23	MEX	562
24	GRC	2152	6,03	24	GRC	172	24	CRI	7675	2,12	24	ETH	486
25	ETH	1053	2,95	25	DNK	154	25	TUR	5724	1,58	25	KOR	445
26	ZAF	1053	2,95	26	PRT	132	26	BRA	4193	1,16	26	NOR	352
27	FIN	984	2,76	27	CRI	70	27	HUN	3626	1,00	27	IND	200
28	NOR	859	2,41	28	ROU	23	28	TUN	2746	0,76	28	JPN	192
29	MAR	795	2,23	29	NOR	18	29	MEX	2538	0,70	29	NZL	148
30	KOR	778	2,18	30	TWN	14	30	JPN	2429	0,67	30	ROU	116
31	EGY	694	1,94	31	ARG	8	31	MAR	2313	0,64	31	ARG	18
32	NZL	690	1,93	32	NZL	7	32	ZAF	1916	0,53	32	BGR	0
33	BGR	660	1,85	33	BGR	0	33	IND	1914	0,53	33	EGY	0
34	TWN	647	1,81	34	EGY	0	34	KOR	1537	0,42	34	HUN	0
35	CRI	369	1,03	35	HUN	0	35	ETH	1059	0,29	35	IRN	0
36	HUN	357	1,00	36	IRN	0	36	EGY	758	0,21	36	MAR	0
37	TUN	305	0,85	37	MAR	0	37	ARG	698	0,19	37	PAK	0
38	ARG	303	0,85	38	PAK	0	38	THA	328	0,09	38	PHL	0
39	PAK	256	0,72	39	PHL	0	39	PHL	214	0,06	39	ESP	0
40	THA	223	0,62	40	ESP	0	40	IRN	166	0,05	40	THA	0
41	PHL	216	0,61	41	THA	0	41	PAK	136	0,04	41	TUN	0
42	IRN	131	0,37	42	TUN	0		TWN	n.a.			TWN	n.a.

Saját összeállítás

Az nem meglepő, hogy a táblázatban zöld háttérrel kiemelt Ausztria a szélenergiának mind a négy mutatójában előkelőbb helyet foglal el az országok közti rangsorban, az viszont érdekesebb eredmény, hogy a kisebb GDP-vel rendelkező⁵, kék háttérrel jelölt Románia is jobban teljesít e téren, mint Magyarország.

A 3. ábrán Magyarország kumulált (kék) szélenergiája és ennek éves bővülése (sárga) látható. 2001-től 2011-ig nőtt a szélenergia teljesítmény (bár 2002-ben és 2004-ben nem volt bővítés), 2012-től viszont stagnál, nem történt újabb telepítés.

3. ábra. A Magyarország szélenergia kapacitása (2001–2015)



Saját összeállítás

Ennek oka, hogy Magyarországon a szélből termelt kapacitást 330 MW-ban korlátozta az Energiahivatal (egy 2005-ben kiírt pályázatban), és ez a keret feltöltődött, 330 MW-nál jóval több szélenergia felhasználásra érkezett be pályázat (Tóth-Schrempf, 2013). Ez a 330 MW névleges teljesítmény 620-730 GWh termelést jelent, összehasonlításképpen Magyarország összes energiafelhasználása 2015-ben 295 277 GWh-nak felelt meg.⁶ Arra vonatkozóan nincsenek információk, hogy mi indokolja a szélenergia beruházásoknak a korlátozását, illetve miért nem emelik meg ezt a korlátot, hiszen lenne még bőven befektető, aki szívesen aknázná ki a kedvező földrajzi helyzetét az országnak (Schrempf et al., 2013).

A magyar villamosenergia-rendszer hatszor annyi szél által termelt áramot tudna kezelni, mint amennyire jelenleg korlátozás van. Egyes kutatások azt bizonyították, hogy a kihasznált szélenergia-termelés a kapacitás huszada csupán.⁷ A Magyar Szélenergia Ipari Társaság vezetője szerint nem a rendszer befogadóképessége miatt nem engedélyeznek hazánkban több mint 10 éve. 2010-ben kiírtak egy újabb pályázatot 410

⁵ A 3.2 alfejezetben felhasznált világbanki adatok alapján 2015-ben Románia egy főre jutó GDP-je a Magyarországinak 82%-a volt.

⁶ Forrás: https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qe001.html [2016.02.26.]

⁷ Forrás: http://hvg.hu/gazdasag/20151009_Skocia_is_atfuj_Orban_Viktor_feje_felett [2016.01.22.]

MW névleges teljesítményre vonatkozóan, amelyre szintén többszörös túljelentkezés volt, majd érthetetlen okokból visszavonták a pályázatot.⁸

A felhasznált adatbázis bemutatása

A magyarországi, szélerőművel foglalkozó vállalatok nyereségességéhez kapcsolódó harmadik kutatási kérdés vizsgálatához három szekunder forrást használtunk. Kiindulásként a Magyar Szélerőenergia Ipari Társaság nyilvántartását (MSZIT, 2017), amely a 32 magyar szélerőműről az alábbiakat tartalmazza: az üzemeltető vállalkozás neve, melyik településhez tartozik a szélturbina-park, mennyi szélturbinával rendelkezik, mennyi ezek teljesítménye (MW).

Második lépésben e 32 szélerőmű üzemeltetőjének honlapjait kerestük fel, annak érdekében, hogy az előzőekben felsorolt alapadataik mellé egyéb információkat gyűjtsünk róluk: a cég elérhetősége, melyik évben csatlakoztak a villamosenergia-hálózatra, a cég tulajdonosának neve, a szélturbinák márkája, és ami a legfontosabb, mely cég volt a beruházó.

Harmadik lépésként összegyűjtöttük az üzemeltetők és beruházók éves számviteli beszámolóit az Igazságügyi Minisztériumnak a Céginformációs és az Elektronikus Cégeljárásban Közreműködő Szolgálatának honlapjáról⁹. Itt ingyenesen hozzáférhetők a magyar cégek beszámolói. Mind a 32 érintett vállalat minden évét vizsgáltuk, amely elérhető volt az e-beszámoló oldalán. Ezek 2000-2015. évre vonatkoznak.

Eredmények

Magyarországon összesen 171 szélturbina működik 32 cég üzemeltetésével. A beépített névleges teljesítményük összesen a már említett 330 (pontosan 328,93) MW.

A koncentrációs arányszámok a vállalkozások szélerőműveinek beépített teljesítménye alapján kerültek számításra. Ezek azt mutatják meg, hogy mennyi a legnagyobb 1, 2, 3, ... vállalkozás összes százalékos részesedése a beépített teljesítményből. A 32 üzemeltető közül 3 kiemelkedően sok, összesen 158 MW beépített teljesítményt birtokol (összesen 79 szélturbinájukkal), amely 48,03 %-a a magyar szélből nyert villamos energiának. Mindhárom vállalkozás a szlovák határ közelében, Nagyigmánd környékén üzemeltet szélturbinákat. Tehát viszonylag kevés cég (a 32-ből mindössze 3) birtokolja a piaci részesedés majdnem felét. A 11 legnagyobb teljesítményű szélerőmű-park pedig az összes beépített teljesítmény kb. 90 %-át foglalja magában, és a maradék 10%-on 21 vállalat osztozik.

⁸ Forrás: <https://mno.hu/gazdasag/stagnal-a-hazai-szelenergia-ipar-1284823>
[2017.04.19.]

⁹ Honlapjuk: <http://e-beszamolo.kim.gov.hu>

E tanulmányban a vállalatok beszámolóiból csak az adózott eredményt vizsgáljuk (mivel véleményünk szerint az eredménykimutatásnak ez a főszerepe alkalmas a leginkább a vállalatok nyereségességének kifejezésére). Meglepődve tapasztaltuk, hogy a 32 üzemeltető eredménye igen változatos képet mutat, és nem lehet megállapítani azt, hogy egyértelműen nyereségesek lennének.

Ezután kezdtünk foglalkozni az üzemeltetőkön felül a beruházó vállalatokkal is, amelyek részben vagy egészben kiviteleztek a tornyok építését, illetve a tőkét szolgáltatták a telepítés során. Ők a megbízók az üzemeltető cégeknek, akik a telepítés után a karbantartási munkákra kaptak megbízást. Egy beruházóhoz több üzemeltető is tartozik. Azokat a cégeket választottuk a vizsgálat tárgyául, amelyek 10 MW-nál nagyobb teljesítményt birtokolnak, és elérhető az e-beszámolójuk.

9. táblázat. A magyar szélenergia-üzemeltetők és legnagyobb beruházóinak adózott eredménye

	üzemeltetők	beruházók	mértékegység
2015. évi leíró statisztikák:			
N	32	6	db
átlag	302 875	684 300	ezer HUF (1 SSK \approx 9 HUF a magyar jegybank 2017. április 19-i hivatalos deviza középárfolyamán)
szórás	417 376	626 507	
terjedelem	1 626 000	1 849	
minimum	-55 483	6 045	
maximum	1 570 517	1 855	
medián	82 054	506 846	670
negatív adózott eredményű vállalatok:	12,5	0	%
A negatív éves átlagos változással (2000-2015) rendelkező vállalatok aránya:			
	25	0	%

Saját összeállítás

Ez 6 beruházót jelent, amelyekhez a magyar 330 MW teljesítmény 80%-a tartozik. A beruházók közül a legnagyobb, az Iberdrola Renovables nevű spanyol cég három magyar céggel üzemelteti a szélenergia-üzemeltetők, mégpedig azzal a fent említett hárommal, amelyek az üzemeltetők piaci részesedésének majdnem a felét jelentik. A 10. táblázat 2015. évi leíró statisztikáiból az olvasható ki, hogy a beruházók mindegyik mutatóban jobb helyzetet mutatnak.

Harmadik feltételezésünket, miszerint a szélenergia-üzemeltetők nyereségesek, nem tudjuk maradéktalanul elfogadni (negyedüknél éves átlagban csökkenő tendenciát mutat az adózott eredmény – lásd 10. táblázat utolsó sora), viszont a legnagyobb beruházókra igaz az e megállapítás.

Összefoglalás

Összefoglalásként a 12. táblázatban megtalálható a bevezetésbeli 1. táblázatnak az elemzések alapján tehető megállapításokkal kibővített változata.

10. táblázat. Kutatási kérdések (K), feltételezések (F), megállapítások (M)

	Kutatási kérdés (K)	Feltételezés (F)	Megállapítás (M)
1.	Az országokban telepített szélturbinák teljesítményének idősora...		
	K1. ... milyen trenddel jellemezhető?	F1. ... jól jellemezhető exponenciálisan növekvő trenddel. (Kevés országban van Magyarországhoz hasonló stagnálás.)	M1. ... jól jellemezhető exponenciális trenddel. (Ezt a trendet nem törte meg a 2008-as gazdasági világválság.) (A szélenergia bővítés terén több országban is van több éves stagnálás, de nem található olyan ország, amely Magyarországhoz hasonlóan 2012 óta nem bővítette volna a szélenergia-telepítések teljesítményét.)
2.	Az országok éves szélenergia-bővítése és GDP-je közti kapcsolat ...		
	K2. ... milyen?	F2. ... erős.	M2. ... legalább közepesen erős az alábbi esetekben: a) az országok közötti vizsgálat során az országok körülbelül felében. A vizsgált országoknak csak körülbelül a felére igaz az, hogy ha az országnak nő a GDP-je, akkor vagy abban az évben, vagy a rá következő 1 vagy 2 évben nő a szélenergia-telepítés. (Az országok másik felében nem szignifikáns az eredmény.) b) az évente történt vizsgálat során: minden évben. A viszonylag gazdagabb országokban viszonylag több volt a szélenergia-telepítés.
3.	A Magyarországon telepített szélenergia-telepítések üzemeltetői ...		
	K3. ... nyereséges vállalkozások?	F3. ... nyereséges vállalkozások.	M3. ...ről nem lehet egységesen kijelenteni, hogy nyereséges vállalkozások lennének (mivel a negyedüknél éves átlagban csökkenő tendenciát mutat az adózott eredmény). Az üzemeltetők 75%-a, illetve a legnagyobb (a magyar piac 80%-át birtokló) beruházók adózott eredménye éves átlagban növekvő.

Saját összeállítás

Irodalomjegyzék

- Bakosné Diószegi, M. (2009). A hazai energiabiztonság növelésének lehetőségei. *Hadmérnök*, 4 (2), 5-18.
- Bencze, J. (2005a). A MEE és a megújuló energiák. *Elektrotechnika*, 98 (1), 3-5.
- Bencze, J. (2005b). Megújuló energiák; Szükségszerűség-divat-korlátok. *Elektrotechnika*, 98 (5), 128-131.
- BP (2017). *Statistical Review of World Energy 2016*.
<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> [2017.03.22.]
- Domán, Sz., Tamus, A., Simon, T., & Katona, N. (2013). A szélerőmű, mint a megújuló energia egy stratégiai iránya. *Journal of Central European Green Innovation*, 1 (2), 37-50.
- ETV-Erőterv Rt. (2004). *Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbítása - A Paksi atomerőmű hűtővizének a Dunában történő elkeveredés*.
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umweltpolitische/ESPOOverfahren/paks/uvekonzept_ung/beilagen/EKT_6_melleklet_v.pdf [2016.02.11.]
- Krohn, S. (szerk.) (2009). *The Economics of Wind Energy. A report by the European Wind Energy Association*.
- Imre, L. (2003). A szélenergia-hasznosítás újabb eredményei. *Magyar Energetika*, (1), 13-15.
- Kasza, A. (2009). A napenergia és a szélenergia alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata hazánkban. *Hadmérnök*, 4 (2), 29-40.
- Mika, J., & Kertész, Á. (2014). Hagyományos és megújuló energiaforrások: kihívások és tendenciák. *Edu Szakképzés és Környezetpedagógia Elektronikus Szakfolyóirat*, 4 (2), 53-63.
- MSZIT (2017). *A Magyar Szélenergia Ipari Társaság tájékoztatója a hazai szélerőművekről*. <http://www.mszt.hu/dokumentumok/szeleromuvek-magyarorszagon/> [2017.04.19.]
- Pethő, Sz., & Petrasovszky, I. (2003). Energiatermelés és -felhasználás a századfordulón. *Magyar Energetika*, 11 (5), 24-28.
- Schrempf, N., Tóth, L., & Patay, I. (2013). Wind energy potential estimation in Hungary, Department of Process Engineering, Szent István University. *Hungarian Agricultural Engineering*, (25), 37-41.
- Tóth, L., & Schrempf, N. (2013). A Magyarországon létesített szélenergia kapacitása és struktúrája. In *18. Nemzetközi THERMO Konferencia*. Gödöllő: Szent István Egyetem. http://www.mate-net.hu/Cms_Data/Contents/mate/Folders/Letoltes/~contents/KDXJVQFNTLHFSKDX/18-th-1_Pre-session.pdf [2015.10.10.]
- Újhelyi, G. (2015). A világ legnagyobb off-shore szélerőmű-parkja épül. *Magyar Energetika*, 22 (1), 16.