

AZ ENERGIAFÜGGŐSÉG VIZSGÁLATA A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ÉS AZ ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZKIBOCSÁTÁS TÜKRÉBEN AZ EU-28 ORSZÁGAIBAN

EXAMINATION OF THE ENERGY DEPENDENCY IN THE MIRROR OF THE
RENEWABLE ENERGY SOURCES AND THE GREENHOUSE GAS EMISSION

D. Németh Zsuzsanna¹, Székely László²

¹Ph.D. hallgató, ²egyetemi docens

¹Szent István Egyetem Gazdálkodás és Szervezéstudományok Doktori Iskola,

²Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar Környezetipari Rendszerek Intézet,
Matematika Tanszék

E-mail: ¹d.nemeth.zs@gmail.com, ²szekely.laszlo@gek.szie.hu

Összefoglalás

A népesség növekedésével párhuzamosan, valamint az emberi tevékenységek változatosságát és intenzitásuk növekedését követően az emelkedő energiaigény maga után vonta az üvegházhatású gázok jelentős növekedését, mely a klímaváltozás első számú okaként ismert. A hagyományos energiák növekvő felhasználása mellett a jövőben a megújuló energiák növekedése is várható. A tanulmány a megújuló energiaforrások kapcsolatát vizsgálja az üvegházhatású gázkibocsátással valamint az energiafüggőséggel, a 2004-2014-ig tartó időszakban.

Abstract

Parallel with the increasing population, the diversity and intensity of human activities caused the growth of energy demand which implied the significant increase of the emission of greenhouse gasses, what is known as the main reason of climate change. In the future the renewable energies' and the traditional energies' utilisation is expected to grow. That is why the study considers the connection of the renewable energy sources with the greenhouse gas emission as well as energy dependency, in the period of years 2004 to 2014.

Kulcsszavak: megújuló energiaforrások, üvegházhatású gázkibocsátás, energiafüggőség, klaszteranalízis, EU-28

JEL besorolás: O13

LCC: S589.75-589.76

Bevezetés

A globális felmelegedéshez nagyban hozzájáruló üvegházhatású gázból, a szén-dioxidból az emberiség minden évben közel negyven millió tonna mennyiséget juttat a légkörbe. A légköri szén-dioxid koncentrációjának folyamatos növekedése következtében egyre nagyobb igény és érdeklődés mutatkozik a szén-dioxid mennyiségének változásának és hatásainak követésére.

A légköri szén-dioxid koncentrációjának folyamatos növekedése a lakosság növekvő energiaigényével is kapcsolatban áll. A növekvő energiafogyasztást a népesség növekedése is generálja, amely egyre nagyobb igényeket támaszt az élelmezés, lakhatás, közlekedés, humánegészségügy stb. területén. A Föld népességének rohamos növekedésével meghatározó mértékben nő az élelmiszerek iránti igény is. Az élet minőségének három – vitathatatlanul

legfontosabb – alapjellemzője: a megfelelő mennyiségű és minőségű élelmiszer, a jó minőségű, „tisztá” víz és a kellemes környezet (Várallyay, 2010).

Bár a hagyományos energiahordozók felhasználásának ugrásszerű növekedése az ipari forradalom idejére vezethető vissza, az elmúlt közel fél évszázadban tapasztalható népességrobbanás a művelésbe vont mezőgazdasági területek kiterjedésében is jelentős változást eredményezett. A világ összes területének, valamint a megművelt területek és a világ népességének változását 1970-2014 közötti időszakban az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat: A világ összes területének, a megművelt területek és a világ népességének változása 1970-2014 között

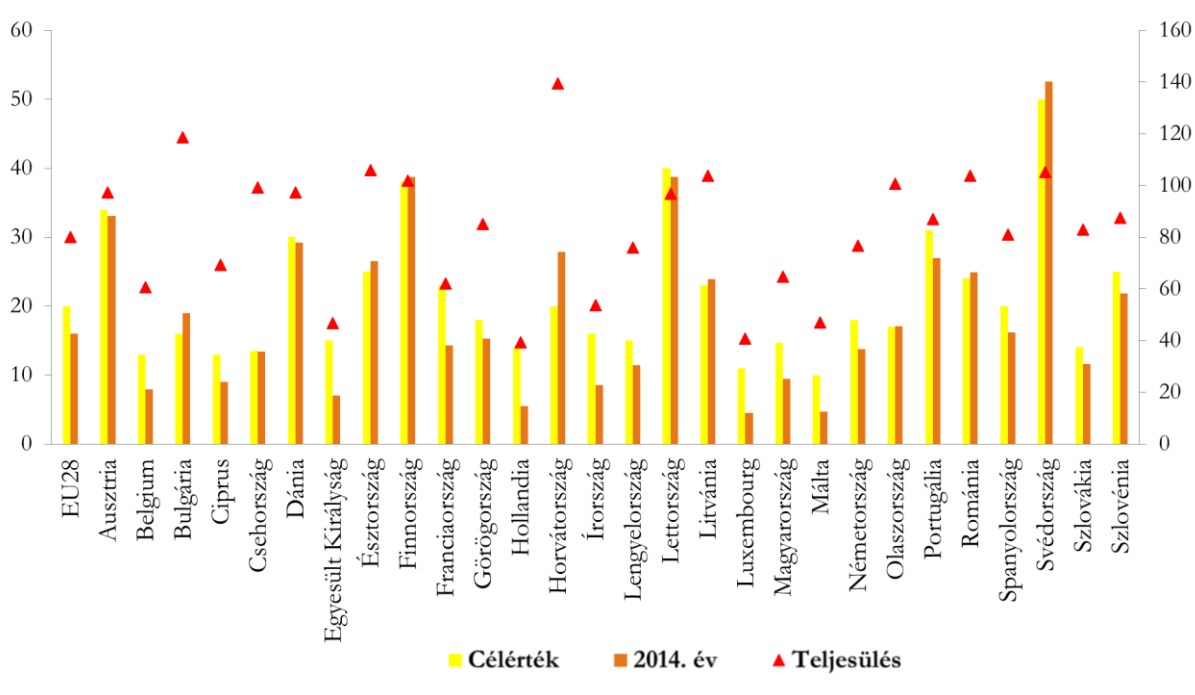
Év	Világ összes terület (km ²)	Változás % (Bázis év 1970)	Mezőgazdasági összes terület (km ²)	Változás % (Bázis év 1970)	Világ népessége (Ezer fő)	Változás % (Bázis év 1970)
1970	129721395		39 882 202		3 700 578	
1980	129719595	-0,00139	40 673 161	1,98	4 458 412	20,48
1990	129716836	-0,00351	42 463 392	6,47	5 330 943	44,06
2000	129764197	0,03300	49 426 062	23,93	6 145 007	66,06
2010	129739333	0,01383	48 631 069	21,94	6 958 169	88,03
2014	129733173	0,00908	48 937 696	22,71	7 298 453	97,22

Forrás: Saját szerkesztés, Worldbank, 2017. alapján

A Világbank 2017. évi adatai alapján látható, hogy az 1970-es évhez képest a világ összes területe 2014-re enyhe növekedést mutat, továbbá a mezőgazdasági művelés alá vont területek nagysága közel 10 millió négyzetkilométerrel nőtt, ami mintegy 23%-os növekedés. A világ népessége ezen időszakban közel kétszeresére emelkedett, amely lakosság megfelelő mennyiségű élelmiszerrel való ellátása indokolta a művelés alá vont területek emelkedését.

Az ipari termelés növekedése és a gazdasági növekedés fellendülésének pozitív hatásai mellett azonban a káros hatások mennyisége is jelentősen megnőtt. Ezen káros hatások között említendő a klímaváltozás, amely mára bizonyítottan az emberi tevékenységre – a légkörbe bocsátott üvegházhatású gázok (ÜHG), valamint a földhasználat változására (RCPs) – vezethető vissza (IPCC a, b).

Az éghajlatváltozás visszaszorítása érdekében – a globális átlaghőmérséklet-emelkedés +2 °C alatt tartása érdekében – az Európai Unió elfogadta „Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedési stratégiát” (COM, 2010). Ennek célja olyan gazdasági növekedés biztosítása, ahol az oktatási, kutatási és az innovációs beruházások hatékonyak, amely támogatja az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaságra való átállást, s ami prioritásként kezeli a munkahelyteremtést és a szegénység csökkentését egyaránt. Az éghajlatvédelem és fenntartható energiagazdálkodás tekintetében – 2020-ra az EU egészének teljesítenie kell – az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának 20%-kal történő csökkentését az 1990-es szinthez képest (vagy akár 30%-kal, ha adottak az ehhez szükséges feltételek); a megújuló energiaforrások arányának 20%-ra való növelését; az energiahatékonyság 20%-kal történő javítását. A bruttó belső energiafogyasztás csökkentése, valamint az energiainporttól való függetlenedés érdekében az EU-28 és az egyes tagországok 2020. évig vállalt megújuló energia részesedésének célértékeit és a 2014. évi teljesülésük mértékét az 1. ábra foglalja össze.



1. ábra: Az EU-28, valamint tagországainak 2020. évi célértékei a megújuló energia részesedését illetően és 2014. évi teljesülésük, %

Forrás: Csizmásné et al., 2016

A megújuló energiaforrások részesedése az Európai Unióban 2014-ben elérte a bruttó végső energiafelhasználás 16%-át. Az EU-28 átlagára vonatkozóan a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos átlagos részesedés 2013/2014-ben 15,5%-nak felelt meg, amely lényegesen meghaladta az EU-28 tagállamaira megállapított 12,1%-os 2013/2014-re előirányzott arányt (COM, 2017).

A jövőben – a környezet fenntarthatósága, valamint az energia hatékonyság szempontjainak figyelembe vétele mellett – az energia fogyasztás növekedése várható. William Stanley Jevons (1835-1882) elmélete szerint az erőforrások egyre hatékonyabb felhasználása nem hozza magával az energiafogyasztás csökkentését. A Jevons-paradoxonként ismert elmélet kimondja, hogy a hatékonyság növelése nem csökkenti az erőforrások fogyasztását, sőt, gyakran annak növekedéséhez is vezethet. Az összes energiafelhasználás várható növekedésén belül azonban a megújuló energiák felhasználásának növekedése az, amellyel lehetőség nyílik napjaink egyik legaktuálisabb problémájának, az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére is.

A fenntarthatósági megközelítés szerint szükség van az energiahatékonyságot növelő megoldások terjesztésére. Ilyen megoldásokat sorol fel az Európai Bizottság K+F keretprogramja (Horizon 2020), amely közel 300 tématerületen támogat kutatási, fejlesztési és innovációs célú projekteket (COM 2011). Időszerű tehát a megújuló energiaforrások felhasználása, az üvegházhatású gázok kibocsátása, illetve az energiatermelés és felhasználás összefüggéseinek vizsgálata.

Irodalmi áttekintés

A Föld hőmérsékletének globális megváltozása mára bizonyított. Az ipari tevékenységek fejlődésén túlmenően az emberi tevékenységek változatossága és intenzitásuk növekedése maga után vonta az üvegházhatású gázok jelentőségteljes növekedését, mely a klímaváltozás első számú okaként ismert. A Földet elérő különböző napsugárzások mellett a Föld légköréből

és felszínéről visszaverődő különböző energiák szintén meghatározó tényezők a klímaváltozás folyamatának.

Az emberi tevékenységek során felhasznált hagyományos energiák megújuló energiaforrásokkal történő egyre növekvő helyettesítésével az energiafüggőség csökkentése érhető el. A világ növekvő népessége és az alapanyagok iránti fokozódó kereslet hatására, az az energiahatékonyság növelésével, szintén csökkenthető az üvegházhatású gázok kibocsátása. A gazdasági mutatók, valamint az Európai Unió tagállamainak energiafogyasztása tekintetében számos hazai és nemzetközi kutatómunka – Egri – Duray (2013), Tabi (2014), Bánóczy (2013), Vida (2014), Kolasa-Wiecek (2013), Kijewska (2016), Ionescu (2014), Marinoiu (2015) – látott napvilágot.

A felsorolt irodalmak ismeretében klaszteranalízis segítségével már vizsgáltuk a megújuló energiaforrások részesedését az összes energiafelhasználásból, valamint az egyes tagállamok energiafüggősége közötti kapcsolatot (D. Németh – Székely, 2016/b). Elemzést készítettünk ugyanitt az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás mértéke és a megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból történő részesedése között az Európai Unió tagállamait vizsgálva 2004-2014 között.

A korrelációval történt összefüggések vizsgálatát követően klaszteranalízis segítségével vizsgáltuk az EU tagállamok megújuló energiaforrásokból származó összes energia szerinti csoportosítását, a 2004. és 2014. évben (D. Németh – Székely, 2016/a). Klaszterelemzés során vizsgáltuk továbbá az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás az EU-28 tagállamok szerinti csoportosítását a 2004. és 2014. évben. Elemzéseinket kiegészítettük az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás mértékének a GDP függvényében történő klaszterelemzésével az EU tagországok viszonylatában ugyanezen időszakban.

A kapcsolódó szakirodalom tanulmányozása alapján a következő megállapítások összegezhetők:

- a népességnövekedés hatására az emberi erőforrások bővülnek, a felmerülő természeti erőforrások iránti igény nő;
- a fenntartható növekedés, illetve fejlődés érdekében, a természeti erőforrások hasznosítását – a népesség növekedésének függvényében – oly módon kell megvalósítani, hogy minimális legyen a környezet minőségi és mennyiségi romlása;
- a Föld népességének növekedésével egy időben az ipari termelés, valamint az élelmiszerellátás biztosításához szükséges energiaigény növekvő tendenciát mutat;
- napjainkban az élelmiszer termeléssel és feldolgozással kapcsolatos globális primerenergia-igény (primerenergia: a természetben megtalálható nem megújuló és megújuló energiahordozók összessége, a nyers, feldolgozatlan és előkészítetlen formában elérhető energia (pl: kőszén, kőolaj, földgáz, biomassza, vízenergia, szél, napsugárzás)) kielégítése elsősorban fosszilis energiaforrások alkalmazásával kerül biztosításra. Az alacsony hatékonyság és pazarlás következtében azonban a környezet állapotának romlását okozzák;
- az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaságra való átállást olyan hatékony oktatási, kutatási és az innovációs beruházásokkal kell támogatni, melyek elősegítik a munkahelyteremtést és a szegénység csökkentését egyaránt;
- az emberi tevékenységek hatására a légkörbe kerülő káros anyagok kibocsátása nő, a klímaváltozás, mint természetes folyamat sebessége felgyorsult;

- az éghajlatvédelem és a fenntartható energiagazdálkodás érdekében csökkenteni kell az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását, az energiahatékonyság javítását, valamint a megújuló energiaforrások arányának növelését;
- a megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya az összes energiafelhasználáson belül növekvő tendenciát mutat, mellyel az Európai Unió gazdasága és energiaellátási rendszere fenntarthatóbbá, biztonságosabbá és versenyképesebbé válik;
- a megújuló energiaforrások növekvő alkalmazása biztosíthatja a hagyományos energiahordozók egyre nagyobb arányú helyettesítését, valamint csökkenti a légkörbe kerülő, klímaváltozásért felelős üvegházhatású gázok kibocsátását egyaránt;
- az Európai Unió tagállamaiban a közösségi politikák révén – energiapolitika, európai éghajlatvédelmi politika – jelentős pozitív irányú elmozdulás jelenik meg a fenntarthatóság irányába. Nemzetközi viszonylatban az egyes országok vállalásai és jelenléte különböző.

A megújuló energiaforrások felhasználása, az üvegházhatású gázok kibocsátása és energiafüggőség összefüggéseinek statisztikai vizsgálati módszerrel történő vizsgálata ezért megalapozottnak tekinthető.

Anyag és módszertan

Jelen kutatásban három tényező – az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás, a megújuló energiaforrások részesedése az összes energiafelhasználásból, valamint az egyes tagállamok energiafüggősége – együttes vizsgálata került kitűzésre. Az elemzés célja bizonyítani, hogy létezik az Európai Unió tagállamai között olyan változás, amely az egy évtized alatt bekövetkezett folyamatok változásaiból, a jövőre vonatkozó változások irányvonalait, változásait jelezheti előre.

A megújuló energiaforrások felhasználása, az üvegházhatású gázok kibocsátása és az energiatermelés és felhasználás összefüggéseinek bemutatása szükségessé teszi e három gazdasági terület megismerését, valamint ezek egymásra gyakorolt hatásainak vizsgálatát, ok-okozati összefüggéseinek feltárását. Az adatok szekunder forrásból, illetve a KSH és Eurostat adatbázisaiból, valamint az Európai Unió ide vonatkozó forrásainak felhasználásával kerültek összeállításra.

Az elmúlt évtizedben bekövetkező és számszerűsíthető változások az EU-28 átlagának vonatkozásában klaszteranalízis segítségével kerülnek bemutatásra.

A kutatásban két klaszter távolságának képzési technikái – egyszerű lánc módszer, teljes lánc módszer, centroid módszer, medián módszer, csoportátlag módszer, Ward-módszer – közül a Ward módszert alkalmaztuk. Távolságnak a négyzetes euklideszi távolságot, vagyis az eltérésnégyzet-összeg növekedést választottuk. Ezért távolságon a későbbiekben ezt tekintjük értendőnek.

A klaszteranalízis során szükség volt a változók standardizálására, azok különböző skálán való mérése miatt.

A 2004., 2009. és a 2014. évi adatok (Eurostat, 2014; 2016/b, 2016/c) alapján háromdimenziós pontdiagram segítségével ábrázolásra került az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás, a megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedése, valamint az egyes tagállamok energiafüggősége közötti kapcsolat (2.a., 2.b., 2.c. ábra).

Eredmények

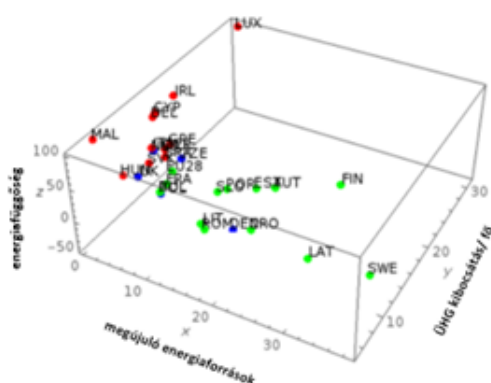
A vizsgálat első lépésében a 2004. évet elemeztük, az eredményt háromdimenziós pontdiagramon ábrázoltuk (2.a. ábra).

Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás mértéke a 2004. évben 4,99 tonna CO₂e (az ÜHG kibocsátást tonna szén-dioxid egyenértékben számoljuk, ami egyben a karbonlábnym mértékegysége is) és 31,05 tonna CO₂e közötti értékben jelent meg az EU-28 tagállamaiban. Kiugróan magas értéket Luxemburg (31,05 tonna CO₂e), míg rendkívül alacsony értéket Lettország (4,99 tonna CO₂e) mutat.

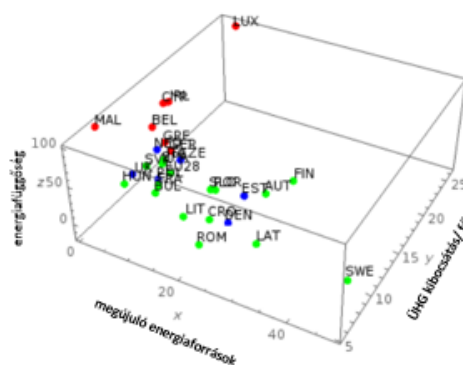
A megújuló energiaforrásokból származó összes energia megoszlása a 2004. évben 0,1 és 38,7% közötti értékben jelent meg az EU-28-ban tagállamai esetében. Kiugróan magas értéket Svédország (38,7%), Finnország (29,2%) és Lettország (32,8%) mutat, míg kiugróan alacsony értéket Málta (0,1%), valamint Luxemburg (0,9%) mutat.

Az energiafüggőség mértéke a 2004. évben -47% és 99,8% közötti értéket mutat az EU-28-ban. Kiugróan magas értéket Málta (99,8%) és Luxemburg (97,9%), míg rendkívül alacsony értéket Dánia (-47%) mutat. Dánia kiemelkedő értéke miatt a pontdiagramon nem szerepel.

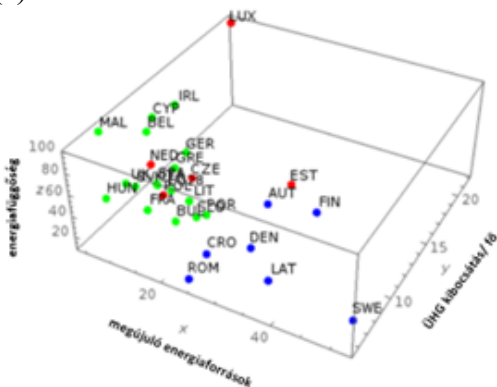
A klaszteranalízis összevonási sémája alapján 2004-re vonatkozóan három klaszter különíthető el.



(a)



(b)



(c)

Jelmagyarázat:

Zöld: Energiafüggőséget csökkentő zöld országok

Kék: Energiafüggetlenségre törekvő, zöld országok

Piros: Erősen kitett, de zöldülő országok

2. Ábra: Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás, a megújuló energiaforrások összes energia felhasználásból való részesedése valamint az EU tagállamainak energiafüggősége közötti kapcsolat (a) 2004-ben, (b) 2009-ben, (c) 2014-ben

Forrás: Saját szerkesztés, Eurostat, 2014; 2016/b., 2016/c. alapján

Az **első csoportot** Bulgária, Franciaország, EU-28, Szlovénia, Litvánia, Románia, Horvátország, Ausztria, Portugália, Észtország, Finnország, Lettország és Svédország alkotja.

- Energiafüggőségüket tekintve 28,5 - 83,9% között elhelyezkedő, közepesen energiafüggő országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 8,5 - 38,7% között valósul meg, amely a legmagasabb felhasználási arányú megújuló részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a második legmagasabb (közepes) ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 4,99 - 15,85 tonna CO₂e - kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Energiafüggőséget csökkentő zöld országok”** kategóriájába sorolandó.

A **második csoportot** Csehország, Hollandia, Lengyelország, Egyesült Királyság és Dánia alkotja.

- Energiafüggőségüket tekintve -47,0 - 32,10% között elhelyezkedő – legalacsonyabb energiafüggőséggel bíró – országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 1,2 - 14,9% között valósul meg, amely a második legalacsonyabb (közepes) felhasználási arányú megújuló-energiaforrás részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a legalacsonyabb ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 1,42 - 14,89 tonna CO₂e - kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Energiafüggetlenségre törekvő, zöld gazdaságok”** kategóriájába sorolandó.

A **harmadik csoportban** található Belgium, Ciprus, Írország, Magyarország, Szlovákia, Spanyolország, Olaszország, Németország, Görögország, Málta, Luxemburg.

- Energiafüggőségüket tekintve 60,9 - 99,8% között elhelyezkedő – legmagasabb energiafüggőséggel bíró – országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 0,1 - 8,3% között valósul meg, amely a legalacsonyabb felhasználási arányú megújuló energiaforrás részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a legmagasabb ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 7,64 - 31,05 tonna CO₂e - kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Erősen kitett, de zöldülő országok”** kategóriájába sorolandó.

Dánia kiemelkedik a tagállamok közül, mivel a megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való alacsony részesedése, valamint alacsony – 13,64 (tonna CO₂e) – egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás mellett energiaexportőri szerepben található – -47%-os energiafüggőség mellett. Az EU-28 átlaga közepes energiafüggőséggel, magas megújuló energiaforrás részesedéssel, valamint közepes ÜHG kibocsátással az első csoport tagállamaihoz hasonlatos.

Vizsgálatunk második lépésében a 2009. évi adatokat elemezzük (2.b. ábra).

Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás mértéke a 2009. évben 5,29 tonna CO₂e és 26,24 tonna CO₂e közötti értékben jelent meg az EU-28-ban tagállamaiban. Kiugróan magas értéket

Luxemburg (26,24 tonna CO₂e), míg rendkívül alacsony értéket Lettország (5,29 tonna CO₂e) mutat.

A megújuló energiaforrásokból származó összes energia megoszlása a 2009. évben 0,23% és 48,19% közé esik az EU-28-ban tagállamai esetében. Kiugróan magas értéket Svédország (48,19%), Finnország (31,43%) és Lettország (34,32%) mutat, míg kiugróan alacsony értéket Málta (0,23%), valamint Luxemburg (2,94%).

Az energiafüggőség mértéke a 2009. évben -19,7% és 99,9% közötti értékben jelent meg az EU-28-ban tagállamaiban. Kiugróan magas értéket Málta (99,9%) és Luxemburg (97,5%), míg rendkívül alacsony értéket Dánia (-19,7%) mutat. Dánia kiemelkedő értéke miatt a pontdiagramon nem szerepel.

Az adatok további értékelése klaszteranalízissel történt, ahol az összevonási séma alapján 2009-re vonatkozóan három klaszter különíthető el.

Az **első csoportot** Spanyolország, Olaszország, Portugália, Bulgária, Franciaország, EU-28, Magyarország, Szlovákia, Horvátország, Litvánia, Szlovénia, Románia, Ausztria, Finnország, Lettország és Svédország alkotja.

- Energiafüggőségüket tekintve 20,3 - 91,40% között elhelyezkedő (legenergiafüggőbb) országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 8,0 - 48,2% között valósul meg, amely a legalacsonyabb felhasználási arányú megújuló energiaforrás-részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a legmagasabb ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 6,06 - 13,0 tonna CO₂e - kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Energiafüggőséget csökkentő zöld országok”** kategóriájába sorolandó.

A **második csoportot** Lengyelország, Egyesült Királyság, Csehország, Hollandia, Dánia és Észtország alkotja.

- Energiafüggőségüket tekintve -19,7 - 36,4% között elhelyezkedő – legkevésbé energiafüggő – legenergia-függetlenebb országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 3,3 - 23,0% között valósul meg, amely a legmagasabb felhasználási arányú megújuló energiaforrás-részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a legalacsonyabb ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 10,13 - 13,33 tonna CO₂e - kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Energiafüggetlenségre törekvő, zöld gazdaságok”** kategóriájába sorolandó.

A **harmadik csoportban** található Írország, Ciprus, Németország, Görögország, Belgium, Málta, Luxemburg.

- Energiafüggőségüket tekintve 99,9 - 61,0% között elhelyezkedő – közepesen energiafüggő – országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 0,2 - 9,9% között valósul meg, amely közepes felhasználási arányú megújuló energiaforrás részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a közepes mennyiségű ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 8,14 - 26,24 tonna CO₂e -kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Erősen kitett, de zöldülő országok”** kategóriájába sorolandó.

Dánia itt már nem alkot külön csoportot. A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való alacsony részesedése (20%), valamint közepes (11,89%) egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás mellett energiaexportőri szerepben található -19,7%-kos energiafüggőség mellett. Az **„Energiafüggetlenségre törekvő zöld gazdaságok”** kategóriájába sorolandó.

Az EU-28 átlaga közepes energiafüggőséggel, magas megújuló energiaforrás részesedéssel, valamint alacsony ÜHG kibocsátással az első csoport tagállamaihoz hasonlatos.

A vizsgálat harmadik lépésében rátérünk a 2014. év elemzésére (2.c ábra).

Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás mértéke a 2014. évben 5,53 tonna CO₂e és 21,88 tonna CO₂e értékek között változik az EU-28 tagállamaiban. Kiugróan magas értéket Luxemburg (21,88 tonna CO₂e), míg rendkívül alacsony Románia (5,53 tonna CO₂e), Magyarország (5,85 tonna CO₂e) és Svédország (5,88 tonna CO₂e) esetében tapasztaltunk.

A megújuló energiaforrásokból származó összes energia megoszlása a 2014. évben 4,54 és 52,6% közötti értékben jelent meg az EU-28-ban tagállamai esetében. Kiugróan magas értéket Svédország (52,6%), Finnország (38,69%) és Lettország (38,65%), kiugróan alacsony értéket Málta (4,71%) valamint Luxemburg (4,54%) mutat.

Az energiafüggőség mértéke a 2014. évben 8,9% és 97,7% közötti értékben jelent meg az EU-28-ban tagállamaiban. Kiugróan magas érték Málta (97,7%) és Luxemburg (96,6%), míg rendkívül alacsony érték Észtország (8,9%) és Dánia (12,8%) esetében látható.

Az adatok további értékelése klaszteranalízissel történt, ahol az összevonási séma alapján 2014-re vonatkozóan három klaszter különíthető el.

Az **első csoportot** Spanyolország, Olaszország, Litvánia, Portugália, Görögország, Németország, Bulgária, Szlovénia, EU-28, Franciaország, Magyarország, Szlovákia, Egyesült Királyság, Belgium, Ciprus, Írország és Málta alkotja.

- Energiafüggőségüket tekintve 34,5 - 97,7% között elhelyezkedő – magasan energiafüggő – országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 4,7 - 27,0% között valósul meg, amely a közepes felhasználási arányú megújuló energiaforrás-részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a közepes ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 5,85 - 13,14 tonna CO₂e - kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Energiafüggőséget csökkentő zöld országok”** kategóriájába sorolandó.

A **második csoportot** Csehország, Lengyelország, Hollandia, Észtország és Luxemburg alkotja.

- Energiafüggőségüket tekintve 8,9 - 96,6% között elhelyezkedő közepesen energiafüggő országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 4,5 - 26,5% között valósul meg, amely a legalacsonyabb felhasználási arányú megújuló energiaforrás-részesedést jelenti.

- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a legmagasabb ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 10,05 - 21,88 tonna CO₂e -kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Erősen kitett, de zöldülő országok”** kategóriájába sorolandó.

A **harmadik csoportban** található Ausztria, Finnország, Horvátország, Lettország, Dánia, Románia és Svédország.

- Energiafüggőségüket tekintve 12,8 - 65,9% között elhelyezkedő legkevésbé energiafüggő országok.
- A megújuló energiaforrások összes energiafelhasználásból való részesedésük 13,8 - 52,6% között valósul meg, amely a legmagasabb felhasználási arányú megújuló energiaforrás-részesedést jelenti.
- Az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás tekintetében e csoport a legalacsonyabb ÜHG-t kibocsátó országok csoportját alkotja 5,53 - 11,45 tonna CO₂e -kel.

Jellemzőik alapján ez a csoport az **„Energiafüggetlenségre törekvő, zöld gazdaságok”** kategóriájába sorolandó.

Az EU-28 átlaga magas energiafüggőséggel, közepes megújuló energiaforrás részesedéssel, valamint közepes ÜHG kibocsátással az első csoport tagállamaihoz hasonlatos.

Dánia 2014-re elvesztette energiaexportőri szerepét, energiafüggősége alacsony, megújuló energiaforrás részesedése magas, míg ÜHG kibocsátása alacsony értéket mutat. 2014-ben Dánia világelső lett a szélenergiában, mivel a teljes energiakapacitásának immáron a 39,1 százalékát a szél turbináinak köszönheti. Ezzel az eredménnyel valóban megvan a lehetősége arra, hogy öt éven belül, 2020-ra a szélenergiából nyert kapacitás elérje az általuk vállalt 50 százalékot (Greenfo, 2015), s hogy a tervek szerint 2050-re fosszilis tüzelőanyag mentes állammá váljon.

Angliában a szélből nyert energia 2014-ben már a háztartások negyedét képes volt árammal ellátni, míg egy évvel korábban 2013-ban csupán a 15 százalékát adta a teljes állami kapacitásnak (Greenfo, 2015).

A vizsgált - 2004. 2009. 2014. - években történt változások alapján a következő összegzés tehető.

- Az **„Erősen kitett, de zöldülő országok”** kategóriájából az **„Energiafüggőséget csökkentő, zöld országok”** kategóriájába csoportot váltott: Belgium, Németország, Írország, Görögország, Spanyolország, Olaszország, Ciprus, Magyarország, Málta, Szlovákia.
- Az **„Energiafüggetlenségre törekvő zöld gazdaságok”** kategóriájából az **„Erősen kitett, de zöldülő országok”** kategóriájába csoportot váltott: Csehország, Hollandia, Lengyelország.
- Az **„Energiafüggőséget csökkentő, zöld országok”** kategóriájából az **„Energiafüggetlenségre törekvő zöld gazdaságok”** kategóriájába, majd onnan az **„Erősen kitett, de zöldülő országok”** kategóriájába váltott csoportot: Észtország.
- Az **„Energiafüggőséget csökkentő, zöld országok”** kategóriájából az **„Energiafüggetlenségre törekvő zöld gazdaságok”** kategóriájába váltott csoportot: Horvátország, Lettország, Ausztria, Románia, Finnország, Svédország.
- Az **„Energiafüggetlenségre törekvő zöld gazdaságok”** kategóriájából az **„Energiafüggőséget csökkentő, zöld országok”** kategóriájába csoportot váltott: Egyesült Királyság.

Nem történt csoportváltás Franciaország, Litvánia, Luxemburg, Portugália, Szlovénia, esetében.

Összefoglalva, három csoport képzésére van lehetőség az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás valamint a megújuló energiaforrások részesedése az összes energiafelhasználásból és az egyes tagállamok energiafüggősége közötti vizsgálat esetében. Megemlítjük, hogy a kutatás során az összes lehetséges kétváltozós lineáris regressziós modell is elemzésre, kipróbálásra került. Az elemzések során kiderült, hogy egyik modell (két változó független, a harmadik pedig függő) sem volt releváns, így ezeket nem is közöltük.

A vizsgált évek változásainak folyamatát elemezve, az eredmények táblázatba rendezése során kialakult egy, a csoportok közötti átmenetet, illetve folyamatos fejlődést mutató rendszer, amelyet az „Energiafüggetlenségre törekvő és zöldülő ország kialakításának fázisai” névvel határoztunk meg (2. táblázat).

2. Táblázat: az EU tagállamainak csoportok közötti mozgása, a vizsgált – 2004., 2009., 2014. – években

ország	rövidítés	2004			2009			2014		
		I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
EU28	EU28		X			X			X	
Belgium	BEL	X			X				X	
Bulgária	BUL		X			X			X	
Csehország	CZE			X			X	X		
Dánia	DEN			X			X			X
Németország	GER	X			X				X	
Észtország	EST		X			X		X		
Írország	IRL	X			X				X	
Görögország	GRE	X			X				X	
Spanyolország	SPA	X				X			X	
Franciaország	FRA		X			X			X	
Horvátország	CRO		X			X				X
Olaszország	ITA	X				X			X	
Ciprus	CYP	X			X				X	
Lettország	LAT		X			X				X
Litvánia	LIT		X			X			X	
Luxemburg	LUX	X			X			X		
Magyarország	HUN	X				X			X	
Málta	MAL	X			X				X	
Hollandia	NED			X			X	X		
Ausztria	AUT		X			X				X
Lengyelország	POL			X			X	X		
Portugália	POR		X			X			X	
Románia	ROM		X			X				X
Szlovénia	SLO		X			X			X	
Szlovákia	SVK	X				X			X	
Finnország	FIN		X			X				X
Svédország	SWE		X			X				X
Egyesült Királyság	UK			X			X		X	

Jelmagyarázat:

- I. Erősen kitett, de zöldülő országok
- II. Energiafüggőséget csökkentő zöld országok
- III. Energiafüggetlenségre törekvő, zöld országok

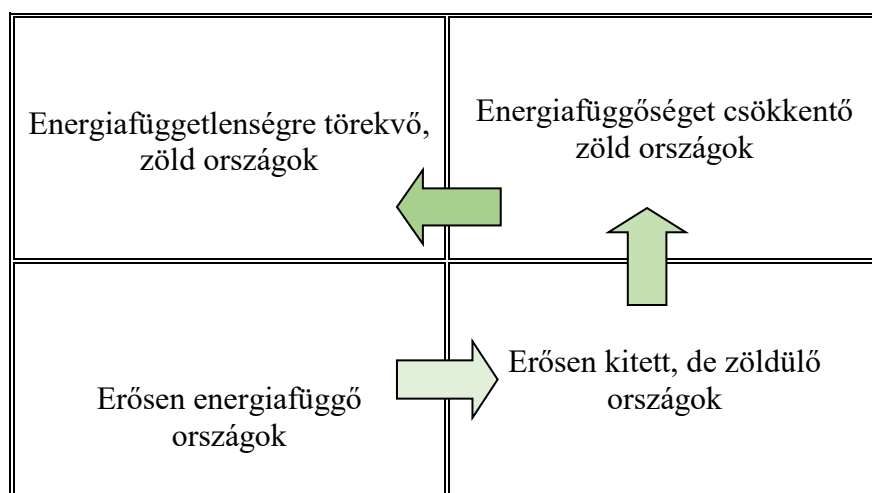
Forrás: Saját szerkesztés

Az *Erősen energiafüggő országok* közé tartoznak azok az országok, amelyek energiaszükségletük jelentős részét részben saját hagyományos energiaforrásból, részben saját termelésű megújuló energiaforrásból sem képesek biztosítani állampolgáraik részére, ezért jelentős energiainportra szorulnak.

Az *Erősen kitett, de zöldülő országok*, melyek jelentős erőfeszítéseket tesznek energiafüggőségük csökkentésére, valamint megújuló energiaforrásaik fejlesztésére, úgymint Írország, Görögország, Ciprus.

Az *Energiafüggőséget csökkentő zöld országok* azok, melyek céljaként szerepel energiaellátásuk saját energiaforrásból történő kielégítése, melyhez jelentős beruházásokat, illetve fejlesztéseket eszközölnek, úgymint Németország, Franciaország, Olaszország, Spanyolország Észtország, Portugália és Magyarország.

Az *Energiafüggetlenségre törekvő, zöld országok* kategóriáját alkotó országok az általában versenyképes gazdasággal rendelkező országok, ahol a fenntarthatóság és a káros anyagok kibocsátása elleni aktív tevékenység egyaránt gazdasági és társadalmi érdek, pl: Dánia, Lettország, Finnország, Svédország.



3. ábra: Energiafüggetlenségre törekvő és zöldülő ország kialakításának fázisai

Forrás: Saját szerkesztés

Kiemelkedő teljesítményt mutat Lettország, amely az *Energifüggséget csökkentő*-, illetve az *Energifüggetlenségre törekvő, zöld országok* kategóriájában tart stabil pozíciót.

Az *Erősen energiafüggő országok* kategóriájába jelen vizsgálatban ország nem került, ezért az *Erősen energiafüggő országok* csoportja itt nem releváns.

A megújuló energiaforrások részesedése az összes energiafelhasználásból, és az egyes tagállamok energiafüggősége közötti vizsgálat esetében például mindhárom vizsgált évben - 2004, 2009, 2014 - az *Energifüggséget csökkentő, zöld országok* csoportja meghatározó volt.

Következtetések

Elemzésünk során bebizonyosodott, hogy a vizsgált országok évről évre egyre jobban törekednek az egyre energiahatékonyabb és energiafüggetlenebb gyakorlat megvalósítására. Ennek bizonyítéka az évről évre növekvő, 2014-re 16,1%-os megújuló energia arány elérése a bruttó végső energiafogyasztásban, az EU-28-ban. Bár a tagországok között nagy szóródás

tapasztalható, egyes országokban a megújuló energia arány közelíti, illetve eléri a 30%-ot – Dánia (29,3), Lettország (38,7), Ausztria (32,8) –, máshol a 40%-ot – Finnország (38,7) –, valamint, meghaladja az 50%-ot – Svédország (52,5) esetében. 2015-re ez a tendencia folytatódott, bár a felsorolt országok élmezőnyébe új szereplő nem került. Ezzel párhuzamosan csökkenő tendencia figyelhető meg a primer-energia termelésben. Ennek oka a nyersanyagkészletek kimerülése, valamint a termelők ítélete a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrások kitermelésére vonatkozóan. A 2014. évi primer-energia termelést adó különböző energiaforrások közül, részarányát tekintve az atomenergia volt a legjelentősebb (29,3%) az EU-28-ban, kiemelve Franciaország (82,8%), Belgium (71,2%) és Szlovákia (64,1%) termelését. Ezzel szemben Németország például összes atomreaktora bezárását tervezi. Az egy főre jutó ÜHG kibocsátás tekintetében az EU-28 átlagában csökkenés tapasztalható. Ezt támogatják a nemzetközi megállapodások, valamint az Európai Unió és hazai intézkedések egyaránt. A 2020-ra vállalt célkitűzéseken (COM, 2010) túlmenően 2014. októberében megállapodás született az Európai Unió 2030-as éghajlat- és energiapolitikai célkitűzéseiről (COM, 2014) is. A 2030-ig szóló keret olyan új célokat és intézkedéseket fogalmaz meg, amelyek arra irányulnak, hogy mind az EU gazdasága mind az energiaellátási rendszere fenntarthatóbbá, biztonságosabbá és versenyképesebbé váljon. Legfontosabb célkitűzései között szerepel: 2030-ra az 1990-es sinthez képest legalább 40%-kal csökkenteni kell az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását az Unióban; a felhasznált energia legalább 27%-a megújuló energiaforrásból származzon; az energiahatékonyság 27%-os javítása a 2030-ra előre jelzett energiaszűkítéshez képest.

Kutatásunk során bizonyítást nyert, hogy a vizsgált három tényező alakulásában bekövetkezett változások előre jeleznek egy, a jövőben várható, a fenntarthatóság irányába történő elmozdulást. A három tényező együttes mozgása ellensúlyozza az egyes tagországoként különböző mértékben eltérő hiányosságokat. Az *Erősen energiafüggő országok* kategóriájába 2014-re tagország nem került, amely a megújuló energiaforrások felhasználása, az üvegházhatású gázok kibocsátása és az energiafelhasználás arányrendszerében történő növekedést, az egyes tagállamok eltérő célkitűzései irányába történő előrehaladást mutatja. Összehasonlító elemzésekkel bemutattuk a különbözőségeket, egyenlőtlenégeket az EU – eltérő jellemzőkkel rendelkező – tagországaiban, melyek befolyásolhatják a megújuló energiaforrások alkalmazásával, illetve technológiai fejlesztésének lehetőségeivel, valamint a fenntartható gazdasági fejlődéssel foglalkozó döntéshozókat.

Irodalomjegyzék

1. Bánóczy E. (2013): Megújuló energiaforrások gazdaságossági elemzése az épületenergetikában Miskolci Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástani Intézet
2. COM (2010) 2020: A bizottság Közleménye, Európa 2020, Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája, Brüsszel, 2010.3.3. http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_HU_ACT_part1_v1.pdf Utolsó letöltés: 2016.09.15.
3. COM (2011) 808: A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának a „Horizont 2020” kutatási és innovációs keretprogramról <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0808&from=HU> Letöltve:2018.04.26.
4. COM (2014) 15: A Bizottság közleménye: „Éghajlat- és energiapolitikai keret a 2020-2030-as időszakra” – Brüsszel, 2014.1.22. COM (2014) 15 final Letöltve:2016.09.01. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0015&from=HU>

5. COM (2017) 57: A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának Eredményjelentés a megújuló energiákról Brüsszel, 2017.2.1. Letöltve: 2017.05.01.
6. D. Németh Zs., Székely L. (2016a): Megújuló energiaforrások és a fenntartható fejlődés –Nemzetközi Tudományos Konferencia. Renewable energy resources and the sustainable development – International Scientific Conference. LVIII. Georgikon Napok, Keszthely, 2016. szeptember 29-30. Alternatív energiagazdálkodás szekció pp: (81-91 ISBN 978-963-9639-84-3)
7. D. Németh Zs., Székely L. (2016b): Megújuló energiaforrások és a CO2 kibocsátás kapcsolata a 2020-as célok eléréséhez – Nemzetközi Tudományos Konferencia. Renewable energy resources connection with the CO2 emission to reach the aims of 2020 – International Scientific Conference. LVIII. Georgikon Napok, Keszthely, 2016. szeptember 29-30. Alternatív energiagazdálkodás szekció pp: 69-80 (ISBN 978-963-9639-84-3)
8. Csizmásiné Tóth J., Poór J., Hollósy Zs. (2016): A megújuló energiafelhasználás nemzetközi és magyar vonatkozásai – politikák, vállalások, tendenciák – , Renewable energy consumption- World, EU, Hungary – policies, targets, trends – LVIII. Georgikon Napok, Keszthely, 2016. Szeptember 29-30. Alternatív energiagazdálkodás szekció pp: 58-68 (ISBN 978-963-9639-84-3)
9. Egri Z. – Duray B., 2013: Magyarország az európai zöldgazdaság rendszerében, főbb társadalmi-gazdasági összefüggések, Régiók fejlesztése 2013/2 konferencia TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0015 „Alapkutatás fejlesztés a Szent István Egyetem Pirolízis Technológia Kutatóközpontjában” <http://pirolizis.szie.hu/content/r-gi-k-fejleszt-se-20132-konferencia-kiadv-nyban-megjelent-publik-ci-k> Letöltve: 2016.09.15.
10. EUROSTAT (2014): Üvegházhatásúgáz-kibocsátás szektoronként, (tsdcc210), Letöltve: 2017.01.03. <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsdcc210&language=en>
11. EUROSTAT, (2016b): Letöltve: 2016.09.15. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Energy_dependency_by_fuel,_EU-28,_1990-1998-2006-2014,_ktoe_new.png
12. EUROSTAT, (2016c): Letöltve: 2016.09.15. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1216.pdf>
13. GREENFO, (2015): <http://greenfo.hu/hirek/2015/01/12/szelenergia-vilagrekord-daniaban> Letöltve: 2016. 08. 22.
14. Ionescu R.-V. (2014): „Regional Environment Disparities and Europe 2020 Strategy’s Goals” Performance and Risks in the European Economy EIRP Proceedings, Vol 9 (2014) Letöltve: 2017.06.06. <http://www.proceedings.univ-danubius.ro/index.php/eirp/article/view/1507>
15. IPCCa, (2014): Climate Change 2014, Sythesis Report, Observed Changes and their causes, p. 40. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf Letöltve: 2018.04.26.
16. IPCCb, (2014): Climate Change 2014, Sythesis Report, Future Climate, Changes, Risk and Impacts, (RCPs), p. 57. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf Letöltve: 2018.04.26.
17. Jevons, W. S.: The Coal Question, London, Macmillan and Co., 1866. <http://www.econlib.org/library/YPDBooks/Jevons/jvnCQ.html> Letöltve: 2017.12.12.
18. Kijewska A. (2016): Analyses of greenhouse gas emissions in the European Union member states with the use of an agglomeration algorithm Journal of Sustainable

- Mining 15 (2016) 133-142 Letöltve: 2017.06.06.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2300396016300799>
19. Kolasa-Wiecek A. (2013): The use of cluster analysis in the classification of similarities in variables associated with agricultural greenhouse gases emissions in OECD countries WIEŚ I ROLNICTWO, NR 1 (158) 2013 Letöltve: 2017.06.07.
http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/231628/2/WiR_1-2013%2059-66.pdf
 20. Marinoiu C. (2015): Classification of the EU countries in terms of the evolution of the GHG indicator using cluster analysis, Annals of the „Constantin Brâncuși” University of Târgu Jiu, Economy Series, Issue 3/2015. Letöltve: 2017.06.06.
http://www.utgjiu.ro/revista/ec/pdf/2015-03/06_Marinoiu%20Cristian.pdf
 21. Tabi A. (2014): A társadalmi tényezők szerepe az alacsony karbon-kibocsátású átalakulás felé, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem
 22. Vida A. (2014): A bioüzemanyagok előállításának és alkalmazásának gazdasági értékelése Magyarországon Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
 23. Várallyay Gy. (2010): A talaj, mint víztározó; talajszárazodás „Klíma-21” füzetek. 126 p. Budapest, AKAPRINT KFT., 2010. 59.sz./2010 (3-25. p.) MTA KSZI Klímavédelmi Kutatások Koordinációs Iroda (ISSN 1789-428X)
 24. World Bank (2017): <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.K2> Letöltve: 2017.07.11.