

---

JOURNAL OF CENTRAL EUROPEAN GREEN INNOVATION

HU ISSN 2064-3004

DOI: 10.33038/JCEGI.2018.6.3.37

Available online at <http://greeneconomy.uni-eszterhazy.hu/>

---

A KELET- KÖZÉP EURÓPAI ORSZÁGOK ENERGIA-  
FELHASZNÁLÁSÁNAK ELEMZÉSE

ANALYSIS OF GROSS INLAND ENERGY CONSUMPTION OF THE  
CENTRAL EASTERN EUROPEAN COUNTRIES

BOZSIK NORBERT

---

**Összefoglalás**

*A megújuló energiaforrások hasznosítása egyre nagyobb jelentőséggel bír az EU klíma- és energiapolitikájában. A megújuló energiahasználat növelését és ösztönzését több tényező indokolja. Ezek közé tartozik az importált fosszilis energiától való függőség csökkentése, az energia szektor káros környezeti hatásainak mérséklése és az új ipari fejlődés ösztönzése révén a gazdaságélénkítés. A tanulmány betekintést nyújt a kelet-közép európai országok energiatermelésének és -felhasználásának szerkezetéről, külön is kitérve az energiaimporttól való függőségre. A cikk célja a kelet-közép európai országok energiafelhasználásának elemzése során a megújuló energia és a nem megújuló energiahordozók közötti viszony alakulásának vizsgálata. Arra a kérdésre keressük a választ, hogy az egyes országokban a megújuló energia felhasználásának növekménye melyik nem megújuló energiahordozót váltja ki (természetesen nem egészében). Az eredmények alapján megállapítható, hogy vizsgált kelet-közép európai országokban a megújuló energia leginkább a szénét váltotta ki. A megújuló energia felhasználásának növelése mellett azonban legalább ennyire hangsúlyos feladat az energiahatékonyság (-takarékoság) további növelése is.*

**Kulcsszavak:** energiafelhasználás, korrelációs mátrix, kelet-közép európai országok, megújuló energia

**JEL kód:** Q41

## Abstract

*The utilization of renewable energy sources has an increasing role in the EU's climate and energy policy. There are several reasons for increasing the use of renewable energy. The motives are the reduction of imported dependence on fossil fuels, mitigation of the adverse environmental impact of the energy sector and boosting of industrial development. The study provides a comprehensive overview on the structure and utilization of energy production of the Central Eastern European countries, focusing on the dependence on energy imports. The purpose of the article is to analyze the gross inland energy consumption of the Central Eastern European countries and to examine the relationship between renewable energy and non-renewable energy sources. In the course of the analysis, we tried to find out which non-renewable energy carrier is replaced by the renewable energy in the Central Eastern European countries. It can be stated that the renewable energy replaced mostly the coal in the CEE countries. Besides, the increasing use of renewable energy the further raising of energy efficiency (savings) is at least so important task.*

**Keywords:** correlation matrix, gross inland energy consumption, Central Eastern European countries, renewable energy

**JEL code:** Q41

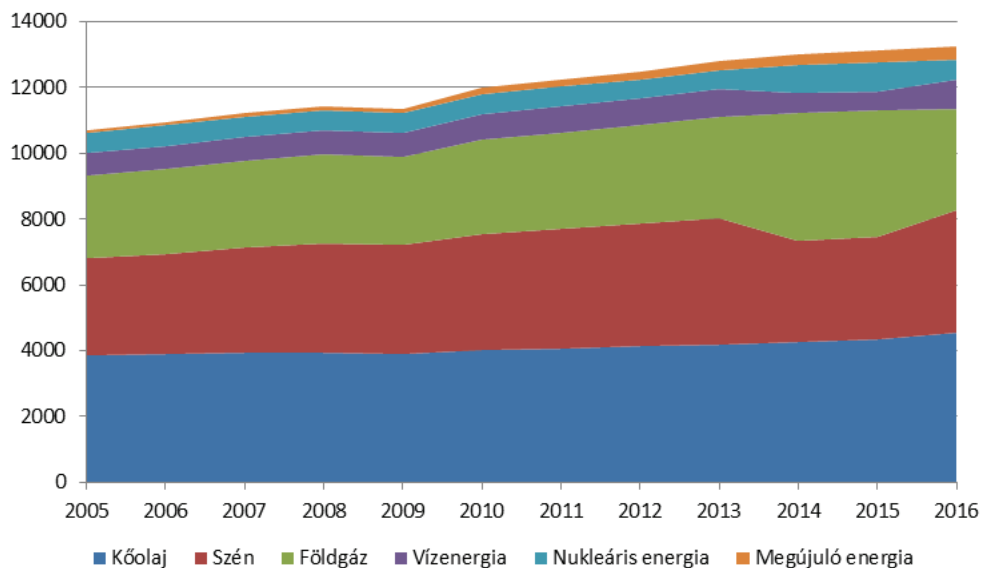
## Bevezetés

Az elmúlt évtizedek jelentős gazdasági növekedésének fontos tényezője volt, hogy olcsón lehetett természeti erőforrásokat felhasználni a termeléshez, szállításhoz. Ma kevés régió állítja elő a fosszilis energiát a világon, ráadásul többségükben a politikai helyzet is labilis, így meglehetősen bizonytalan energiaforrást jelentenek (HARANGI-RÁKOS et al. 2017). A Föld népességszámának emelkedésével együtt az energiafogyasztás is jelentősen növekszik, leginkább az elmaradott ázsiai és afrikai régiókban, ráadásul további energiaigényeket támaszt a növekvő termelés és az – elsősorban a fejlett országokban tapasztalható - életmódváltozás is (FODOR 2012). Az energiahatékonyság javulása ugyan mérsékli a fokozódó energiakeresletet, azonban a megújuló energiaforrások növekvő felhasználása kulcskérdéssé vált a fosszilis energia részleges kiváltására. A megújuló energia felhasználása még akkor is felértékelődik, ha sokszor kisebb mennyiségben, elszórta áll rendelkezésre, a termelése nem szabályozható eloszlású vagy függ az időjárás alakulásától.

### *A világ energiahelyzete – globális kitekintés*

A világ energiafogyasztása évente átlagosan 1,7 %-kal nőtt a 2006 és 2016 közötti évtizedben, ami a világ gazdasági növekedési ütemének (3,4%) éppen felét tette ki. A Föld teljes energiafelhasználás 13300 mtoe volt 2016-ban, ebből a legnagyobb energia felhasználó Kína (23 %), USA (17 %), India (6,7 %), Oroszország (5,1 %) és Japán (3,4 %) voltak. Az energia felhasználása és annak növekedési üteme igen egyenlőtlen a Földön. Annak ellenére, hogy az OECD országok erőteljes növekedést mutatnak a globális energiafogyasztás növekedésének 50%-ért Kína és India felelős (BRITISH PATROL 2018).

A szén és szénhidrogének továbbra is meghatározóak az energiatermelésben és –fogyasztásban. A fosszilisok közül még mindig az kőolajfogyasztás volt a legjelentősebb 2016-ban (4557 mtoe), ezt követi a szénfelhasználás (3706 mtoe) és végül földgázfogyasztás (3073 mtoe). A palagáz felhasználás jelentős növekedése, illetve a kínai és az amerikai szénfogyasztás visszaesése 2014-ben és 2015-ben a szénfelhasználás csökkenéséhez vezetett. A trend ezt követően elsősorban az indiai és a dél-ázsiai szénkereslet növekedése következtében megfordult. A nem-fosszilis energiahordozók jelentősége jóval kisebb a Földön, közülük a vízenergia felhasználása 913 mtoe, a nukleáris energia pedig 591 mtoe volt 2016-ban. A világ megújuló energiafelhasználása (vízenergia nélkül) tíz év alatt megnégyszereződött és elérte 2016-ban 417 mtoe-t, ami a teljes energiafelhasználás 3,1%-át jelenti (1. ábra). A megújulók között a biomassza jelentősége kiemelkedő. A Földön a megújuló energiaforrásokból nyert energia 80%-a biomasszából származik (TÓTH 2013).



**1. ábra: A világ energiafelhasználásának alakulása (mtoe) / Figure 1.  
The development of World's energy consumption (mtoe)**

*Forrás: British Patrol Statistical Review of World Energy (2018) / Source: British Patrol Statistical Review of World Energy (2018)*

A világ teljes energia-felhasználása tehát alapvetően fosszilis forrásokból történik, a véges mennyiségben rendelkezésre álló készletek azonban egyre gyorsuló ütemben kerülnek felhasználásra. A közel jövőben a gáz és megújuló energiaforrások felhasználásának növekedése mellett a szénfogyasztás csökkenése, valamint a kőolajfogyasztás és az atomenergia-felhasználás stagnálása valószínűsíthető. Hosszabb távon a legtöbb scenárió szerint a világ globális energiaigénye a következő száz év alatt több mint négyszeresére fog nőni, amit csak új, alternatív energiaforrások belépésével lehet majd kielégíteni. A felgyorsult ütemű termelés és energiaigény következtében a hagyományos fosszilis energiahordozók kitermelhetősége jelentős mértékben csökkenni fog (LAKATOS - LAKATOSNÉ 2009). A víz-, szél- és napenergia, a biomasszából előállított energia napjainkban még drágább, mint a fosszilis alapú energiatermelés. A folyamatosan csökkenő készletek és a növekvő energiaárak következtében egyre érdekesebb megújuló energiaforrásokra váltani (POPP 2013).

A megújuló energiafelhasználás jelentőségét mutatja, hogy 2016-ban már 274 milliárd dollár befektetés történt az ágazatba, amely mintegy 10,3 millió főt foglalkoztatott világszerte. Figyelemre méltó tény az is, hogy 1990-es évek elején még csak néhány, 2016-ban viszont már 176 országnak volt saját megújuló energiapo-

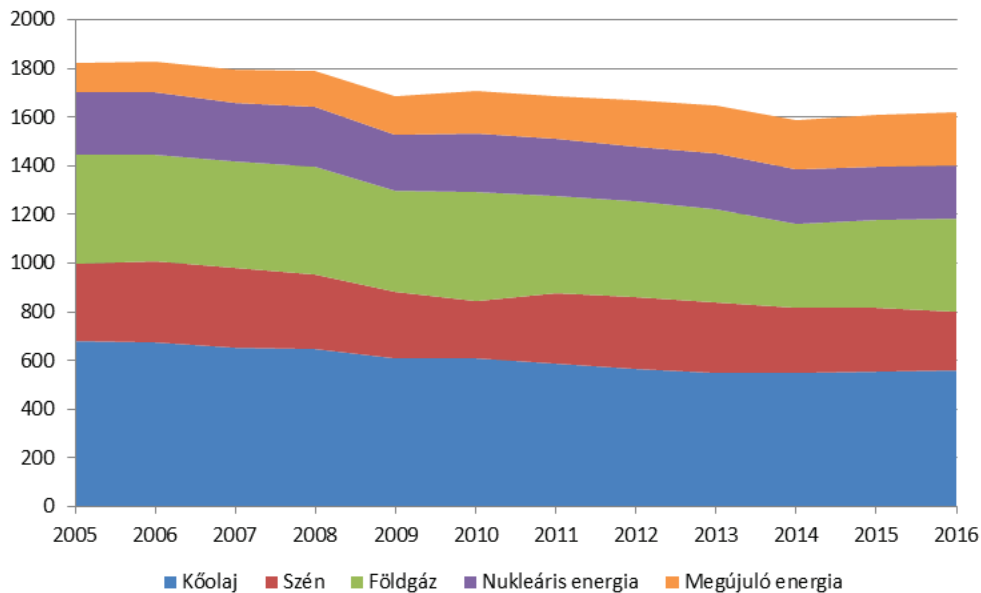
litikája vagy legalább a jövőre vonatkozó megújuló energiafelhasználási célkitűzése (REN21 2018).

### ***Az Európai Unió energiabehelyzete***

A Európai Unió primer energiatermelése 755 mtoe-t tett ki 2016-ban, ami 15%-os visszaesést jelent a tíz évvel korábbi szinthez képest. A primer energiatermelés összetétele országonként igen eltérő. Az EU egészében a primer energiatermelés 18%-át a szén, 10%-át az olaj, 14%-át a földgáz, 28%-át a megújuló és 29%-át a nukleáris energia tette ki 2016-ban.

Az EU olaj- és gáztermelése, valamint a finomítókapaacitás gyorsabban csökkent az elmúlt időszakban, mint az energiakereslet, ami negatív következményekkel járt az energiabiztonságra (HONVÁRI 2015). A belső termelés csökkenése miatt az Uniónak egyre nagyobb mértékben kellett primerenergia-importra támaszkodnia a kereslet kielégítéséhez. Az EU 1483 mtoe importenergiát használt fel 2016-ban, miközben 579 mtoe energiát exportált. Az EU a világ legnagyobb energiaimportőre, az általa felhasznált összes energia 53%-át importból fedezte 2016-ban, melynek összege 350 milliárd euró volt. Több olyan EU tagállam is van, amely igen nagy mértékben néhány beszállítótól függ, ami kiszolgáltatottá teszi őket. Alapvetően Oroszország maradt a legnagyobb kőolaj- és földgázszállító, de a szilárd tüzelőanyag-szállítóként is az élre tört. Az importfüggőséget jól mutatja az is, hogy hat tagállam teljes gázimportja egyetlen külső szállítótól függ. A közlekedési ágazat 94%-ban kőolajtermékekre támaszkodik, és ezek 90%-a importból származik. A legjelentősebb energia felhasználók Németország (19,3%), Franciaország (15,1%), Egyesült Királyság (11,5%), Olaszország (9,4%) és Spanyolország (7,5%).

Az Európai Unió bruttó belső energiafelhasználása (Gross inland consumption) tíz év alatt 10%-kal csökkent, a 2006. évi 1822 mtoe-ról 2016-ra 1618 mtoe-re. A végső energia felhasználás (Final energy consumption) pedig 1193 mtoe-ről 1107 mtoe-re, ami pedig 7,2%-os csökkenést jelent. Az Európa Unió bruttó energiafelhasználásában a fosszilis energiahordozók dominálnak (73,2%). A bruttó kőolaj-felhasználás aránya 34,7% (561 mtoe), a földgázé 23,7 % (383 mtoe), szén és széntermékeké pedig 14,9% (241 mtoe) volt 2016-ban. A nem-fosszilis energiahordozók jelentősége az Európai Unióban jóval kisebb. A nukleáris energia a teljes energiafelhasználás 13,4%-át (217 mtoe) tette ki (2. ábra).



**2. ábra: Az Európai Unió bruttó energiafelhasználásának alakulása (mtoe) / Figure 2. The development of European Union's Gross Inland Consumption (mtoe)**

*Forrás: British Patrol Statistical Review of World Energy (2018) / Source: British Patrol Statistical Review of World Energy (2018)*

Az Európai Unió megújuló energiafelhasználása 2016-ban elérte 217 mtoe-t, melynek 45%-át a biomassza, 14%-át a vízenergia, 12%-át a szélenergia, 2%-át a naphőenergia, 4%-át a fotovoltalikus, 8%-át a biogáz, 5%-át a biodízel, 5%-át a városi hulladék, 3%-át a földhő energia tette ki. Az EU-ban a megújulók képviselik az elektromos áramtermelés 29,6%-át, a szállítás 7,1%-át és a hűtés-fűtés 19,1%-át.

A 2006 és 2016 közötti időszakban egy ellentétes tendencia figyelhető meg az Európai Unióban az energiafelhasználás területén. A fosszilis energiahordozók felhasználásának 17,8%-os, és a nukleáris energia 15,8%-os csökkenése mellett a megújuló energiaforrások jelentős növekedése (78%) figyelhető meg. A megújuló energia az egyetlen energiatípus, amelyek mennyisége és aránya is folyamatosan nőtt a teljes energiafelhasználáson belül.

## ***A megújuló energia szerepe az Európai Unióban***

A megújuló energiaforrások hasznosítása egyre nagyobb jelentőséggel bír az EU klíma- és energiapolitikájában. Az Európai Unió gazdasági és környezeti érdekek hatására már a múlt évezred végén elkötelezte magát - a Kiotói vállalások mellett - a megújuló energiaforrások fokozott hasznosítása mellett. Először az Európai Bizottság által 1997-ben kiadott Energiapolitikai Fehér Könyv kezdeményezte a megújuló energiákkal kapcsolatos közösségi stratégiát és ehhez cselekvési tervet is megfogalmazott. Célul tűzte ki a megújuló energiák arányának 12%-ra növelését az EU-ban. Felismerve a növekvő importfüggőséget az EU Bizottsága 2006-ban az ún. **Zöld Könyvben** ismét meghatározta az európai energiapolitika alapjait, mely az energiaellátás fenntartható fejlődését, a versenyképességet és az ellátás biztonságát jelölte ki prioritásként.

A megújuló energiaszabályozással kapcsolatban a legjelentősebb történés a 2009/28/EK irányelv életbelépése volt, amely egyben hatályon kívül helyezte a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatásáról szóló 2001/77/EK és a bioüzemanyagok támogatásáról szóló 2003/30/EK irányelveket. Az Európai Unió 2020-ig kötelezettséget vállalt arra, hogy legalább 20%-kal csökkentse az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását az 1990. évi szinthez képest, a teljes energiaszükséglet 20%-át megújuló energiaforrásokból fedezi és 20%-kal javítja az energiahatékonyságot. Ez volt az ún. „20-20-20”-as kezdeményezés. A 2009-es irányelv a tagországok számára egyenként is előírta, hogy 2020-ig milyen mértékben csökkentse az üvegházhatású gázok kibocsátását, milyen mértékben alkalmazza a megújuló energiaforrásokat (a végső energiafelhasználás arányában), illetve hogy mekkora arányban alkalmazza a bioüzemanyagokat a közlekedésben. Az 1. táblázat bemutatja, hogy az EU és a vizsgált hat ország hol tart a megújuló energia felhasználásának alakulását illetően a végső energiafelhasználásban. Megjegyzendő, hogy a vizsgálat tárgyát képező bruttó belföldi energiafelhasználás (Gross inland energy consumption) nem tévesztendő össze a végső energiafelhasználással (Final energy consumption).

Ország	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2020 célérték
EU-28	11,10%	12,40%	12,90%	13,20%	14,40%	15,20%	16,10%	16,70%	17,00%	20,00%
Lengyelország	7,70%	8,70%	9,30%	10,30%	10,90%	11,40%	11,50%	11,70%	11,30%	15,00%
Csehország	8,60%	9,90%	10,50%	10,90%	12,80%	13,80%	15,00%	15,00%	14,90%	13,00%
Szlovákia	7,70%	9,40%	9,10%	10,30%	10,40%	10,10%	11,70%	12,90%	12,00%	14,00%
Magyarország	8,60%	11,70%	12,70%	14,00%	15,50%	16,20%	14,60%	14,40%	14,20%	13,00%
Románia	20,50%	22,70%	23,40%	21,40%	22,80%	23,90%	24,80%	24,80%	25,00%	24,00%
Bulgária	10,50%	12,10%	14,10%	14,30%	16,00%	19,00%	18,00%	18,20%	18,80%	16,00%

**1. táblázat: A megújuló energia részarányának alakulása a végső energiafelhasználásban és 2020. évi célértékei / Table 1. The development of share of renewable energy in the final energy consumption and the 2020 targets**

*Forrás: eurostat adatbázis (2018) / Source: eurostat database (2018)*

Az Európai Unió Tanácsa 2030-ra még ambíciózusabb célokat jelölt ki, amikorra is tovább növelte a kötelezettségvállalás mértékét. Eszerint az EU 40%-kal csökkenti az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását, legalább 27%-ra növeli a megújuló energiaforrások részarányát, illetve 27–30%-kal javítja az energiahatékonyságot. Az villamosenergia-hálózatok összekapcsolásával pedig eléri azt, hogy az elektromos áram 15%-a átszállítható legyen más uniós tagállamba.

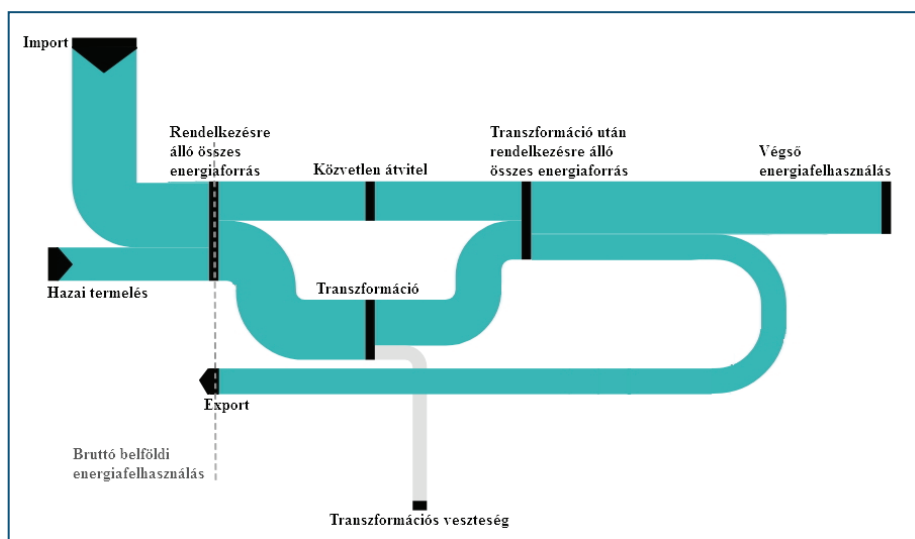
Általában elmondható, hogy jelenlegi piaci feltételek mellett a megújuló energiatermelés még nem versenyképes a hagyományos energiatermelési módokkal, melynek oka a zöld technológiák magasabb beruházási költsége és az externális környezeti károk piaci árakban való nem megfelelő leképezése. A megújuló energiatermelés elterjedéséhez támogatásra van szükség (FODOR 2012). Az Európai Unióhoz való tartozás alapvető velejárója a tagállamok közötti szolidaritás, mindeközben az energiaellátás terén valamennyi tagállam önmaga felelős saját biztonságáért. Az EU energiapolitikáját az ellátás biztonsága, a versenyképesség és a fenntarthatóság elvei vezérlik. Az egyes tagállamok ösztönzőrendszereinek sikerességét nagy mértékben befolyásolják az adott ország adottságai. Addig amíg nem voltak gazdasági ösztönzők a megújuló támogatására addig a földrajzi adottságoknak köszönhető magas volt a vízenergia aránya. A megújuló elterjedését az is gátolhatja, ha az adott ország gazdag fosszilis forrásokban (pl. Egyesült Királyság, Lengyelország). Természetesen a földrajzi adottságok mellett más tényezők is befolyásolják a megújuló elterjedését úgy mint a nemzetközi kötelezettségek eltérősége, az ország technológiai fejlettsége, az engedélyeztetési rendszer procedúrája vagy a társadalmi tudatosság (REICHE - BECHBERGER 2004).



## Anyag és módszer

### Anyag

A tanulmány hat kelet-közép európai uniós tagország bruttó belföldi energiafelhasználását (fogyasztását) elemzi. A bruttó belföldi energiafelhasználás a – bármilyen célra felhasznált – energiaforrások teljes mennyiségének felel meg. Szűkebb értelemben az elsődleges energiatermelés és a nettó import (import-export) összegét jelenti, tágabb értelemben az előbbi kiegészül még a visszanyert és újrahasznosított termékekkel, a készletváltozással, a tározók készletével és a közvetlen felhasználással. Az energiaáramlás folyamatábráját a Sankey-diagram (3. ábra) szemlélteti, ahol az áramlás irányát a nyilak mutatják, és az áramlások szélessége az áramlási mennyiségekkel arányos.



**3. ábra: Az energiaáramlás egyszerűsített Sankey-diagramja / Figure 3. Simplified Sankey diagram for energy flow**

*Forrás: eurostat alapján saját szerkesztés (2018) / Source: own construction based on eurostat (2018)*

Az ábra azért „egyszerűsített”, mert nem jelöli a hálózati veszteséget, a rendszer működésének (átalakítás, szállítás stb.) energiafelhasználását, csak a transzformációs veszteséget. A vizsgálatunkat ezek a tényezők egyébként érdemben nem befolyásolják. A tanulmány elkészítése során az elemzésekhez közvetlenül kapcsolódó releváns hazai és nemzetközi szakirodalmak kerültek feldolgozásra. Az elemzések az Európai Bizottság Eurostat és a Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (International Renewable Energy Agency, IRENA) adatbázisain alapulnak.

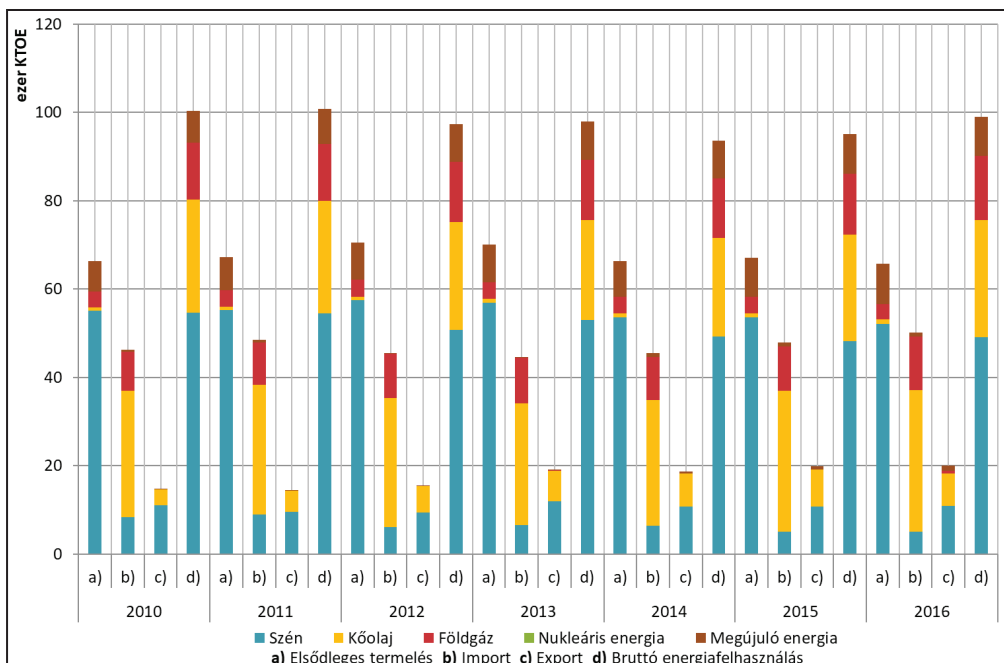
## ***Módszer***

A tanulmányban összehasonlító és idősoros elemzés került alkalmazásra. A hat kelet-közép európai uniós tagország bruttó energiefelhasználását, illetve a megújuló energia és a nem megújuló energiahordozók közötti viszonyt vizsgáltuk. Az elemzés során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az egyes kelet-közép-európai országokban a megújuló energia növekménye melyik nem megújuló energiahordozót váltja ki (természetesen nem egészében) vagyis melyik helyébe lép. Itt természetesen nem napi ingadozásról van szó, hanem egy hosszabb távú (7 év) folyamat eredményéről. Az energiahordozók egymással való kapcsolatának elemzése korrelációs mátrix segítségével történt, és 5%-os szignifikancia szinten került kiértékelésre. Ezt követően parciális korrelációs számítással kontrolváltozó(k) mellett vizsgáltuk, hogy fennáll-e az előbbi korrelációs mátrixban számított kapcsolat szorossága. A kiértékelés IBM SPSS Statistics 20, GRET 2018a statisztikai, illetve MS-Office Excell 2016 programcsomagokkal történt.

## **Eredmények**

### ***Lengyelország energiefelhasználása***

Lengyelország ásványkincs vagyona jelentős, a legfontosabb a Felső-Sziléziában található feketekőszén. A barnakőszén inkább az ország délnyugati területein található. Az ország energiatermelése így - nem véletlenül - fekete- és barnaszénre alapozott. A hazai energiatermelés 80%-át a fekete- és barnaszén, a 14%-át megújuló energia (azon belül főleg biomassa) adja. Lengyelország egyben Európa legnagyobb szénkitermelője, amely évente 75 millió tonna szenet termel ki. Lengyelország éves primer energiatermelése 66 ezer ktoe körül alakult a 2010 és 2016 közötti időszakban. Lengyelország 50,1 ezer ktoe importenergiát használt fel 2016-ban, ami 10%-kal több mint 2010-ben. Az ország energiaimportja kőolaj alapú (64%), a földgáz aránya 24%, a széné 10%. Lengyelország importfüggősége - EU-s összehasonlításban - alacsonynak mondható (30%), viszont nagy a függőség Oroszországtól. A lengyel energiaexport értéke 20 ezer ktoe volt 2016-ban. Az exportban is – a belső felhasználáshoz hasonlóan – a szén a domináns (50%). Az ország bruttó energiefelhasználása 99 ezer ktoe (2016), ami 1,4%-os csökkenést jelent a 2010-es értékhez képest. A bruttó energiefelhasználás 49%-a szén, 27%-a kőolaj, 15%-a földgáz és 9%-a megújuló energia (4. ábra).



**4. ábra: Lengyelország bruttó energiafelhasználásának alakulása (ezer ktoe) / Figure 4. The development of Poland's gross inland consumption (thousand ktoe)**

*Forrás: eurostat adatbázis alapján saját szerkesztés (2018) / Source: own construction based on eurostat database (2018)*

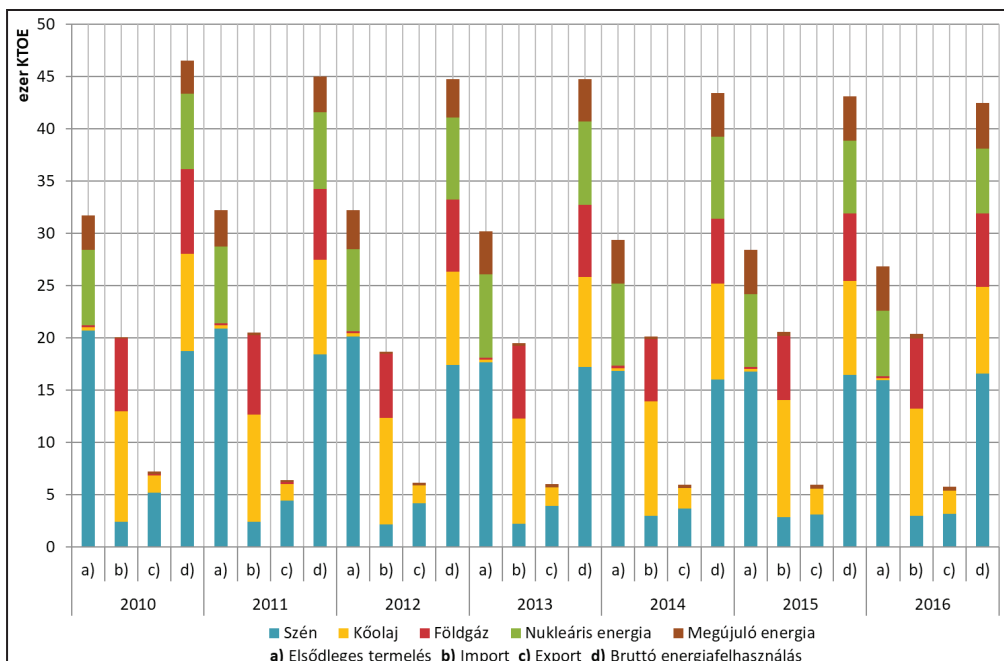
Lengyelországban a széntüzelésű erőművek többségét 1960 és 1980 között építették. A nagyrészüket elavult, és nem felel meg az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásával kapcsolatos szigorú uniós környezetvédelmi követelményeknek, ezért – a tervek szerint – 2025-re bezárják őket és 5-6 újonnan épült, hagyományos kapacitású üzem kerül használatba. A fekete- és a barnaszén alapú energiatermelés tehát – mely az energiaellátás 80%-ért felelős - továbbra is meghatározó lesz Lengyelországban, mivel sok munkahelyet teremt és az országban igen erős a bányász-szakszervezetek befolyása a lengyel politikára. Lengyelországban egyáltalán nincs nukleáris energiafelhasználás, de a tervek szerint 2035-ra két nukleáris erőmű megkezdheti a működését, diverzifikálva ezzel az energiatermelést. A lengyel kormány egy nagy teljesítményű gázhűtésű reaktor (HTGR) építését is tervezi, csökkentve ezzel az importált földgáz igényt és a CO<sub>2</sub>-kibocsátás szintjét (EXPORT.GOV 2018).

Lengyelország bruttó megújuló energiakínálata 8769 ktoe volt 2016-ban, melyből a biomassza 75%-kal, a szélenergia pedig 12%-kal részesedett. Lengyelországban a megújuló energia adta az elektromos áramtermelés 13,3%-át, a szál-

lítás 3,9%-át és a hűtés-fűtés 14,7%-át. A lengyelek a megújulók terén jelenleg a szélenergiában és a biomasszában látják a legnagyobb növekedési potenciált. A szélenergia esetében meglehetősen ellentmondásos a helyzetkép. Lengyelországban 2015-ben még több szélturbinát telepítettek, mint – Németország kivételével – bármelyik másik európai országban. A szélenergia bővülésének lehetőségét azonban komolyan korlátozta az a 2016-os elnöki rendelet, mely szerint tilos szélturbinákat építeni településektől és erdőtől 2 km-re, sőt a meglévőkre is további adót vetett ki, csökkentve ezzel a profitot. Az új szabályozás értelmében így az ország mindössze 1%-án épülhet új szélturbina, már pedig a szélenergia kapacitás jelentős bővülésére lenne szükség Lengyelországban, hogy teljesítse az uniós célokat a megújulók terén. A napenergia területén hasonló a helyzet. A 2015-ös évben 71 megawattal (240%-kal) nőtt a telepített fotovoltaikus kapacitás. Helyi vállalatok telepítettek napelemes rendszereket országwide a közintézményekre, illetve megépült az ország legnagyobb fotovoltaikus szélörműparkja Ostrzeszowban (2 MW teljesítménnyel). A fellendülés azonban itt is megtorpant. Jelenleg a fotovoltaikus energia növekedése alacsony, bár a háztartási berendezések piaca gyorsan növekszik Lengyelországban (SUDAK 2018).

### ***Csehország energiafelhasználása***

Csehország területén, elsősorban az Érchegység déli lábánál réteg vastagságú barnaszéntelepek találhatóak, így az energiatermelés – Lengyelországhoz hasonlóan – alapvetően szénalapú. Csehország elsődleges energiafelhasználása 26,8 ezer ktoe volt 2016-ban, ami 15%-os csökkenést jelent a 2010-es szinthez képest. A primer energiatermelés 60%-át a szén teszi ki, a nukleáris energia részesedése 23%, a megújulóé 16%. Csehország 20,3 ezer ktoe importenergiát használt fel 2016-ban, amelynek fele kőolaj, egy harmada földgáz és 15%-a szén volt. Csehország a szén Lengyelországból, a kőolajat és a földgázt elsősorban Oroszországból importálja. Az ország importfüggősége (32%) lényegesen az európai uniós átlag alatt van. A cseh energiaexport értéke 5,8 ezer ktoe (2016), melynek java része szén (55%) és kőolaj (38%). Csehország bruttó energiafelhasználása 42,4 ezer ktoe volt 2016-ban, ami 8%-kal csökkent 2010 óta. A bruttó energiafelhasználás 40%-a szén, 19%-a kőolaj, 17%-a földgáz, 14%-a nukleáris energia és 10%-a megújuló energia (5. ábra).



**5. ábra: Csehország bruttó energiafelhasználásának alakulása (ezer ktoe) / Figure 5. The development of Czech Republic's gross inland consumption (thousand ktoe)**

*Forrás: eurostat adatbázis alapján saját szerkesztés (2018) / Source: own construction based on eurostat database (2018)*

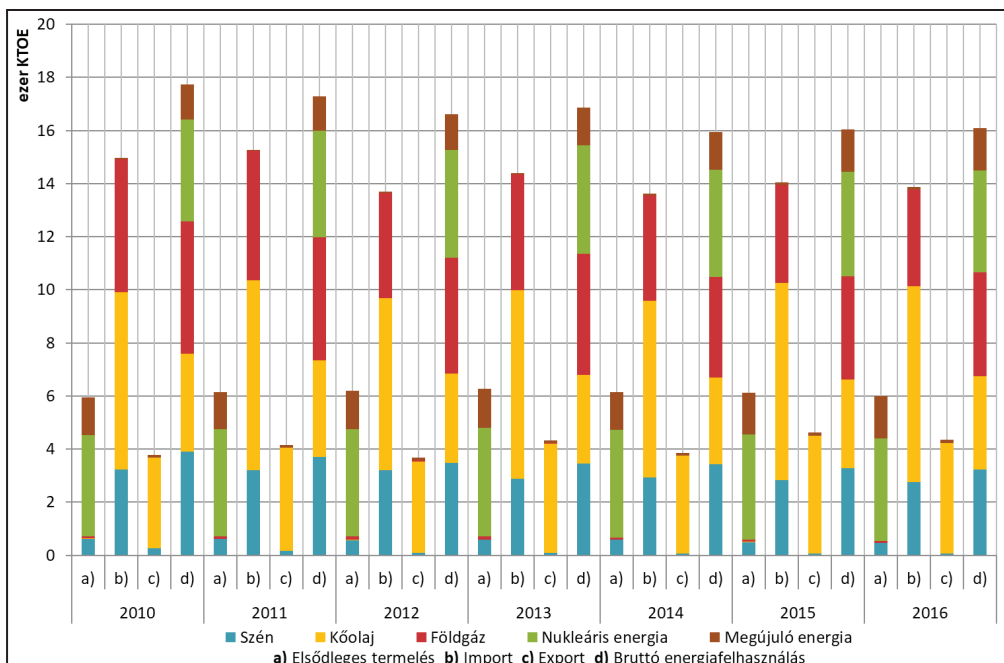
Csehország energiatermelése nagyban függ a hazai széntermelés volumenétől. A jövőben ezért komoly kihívás az új szénlelőhelyek feltárása és a technológiai fejlesztés. Az energiabiztonság növelése mellett azonban a szénhasználat maga után vonja az üvegházhatást okozó gázkibocsátás növekedését is! Csehország számára az energiafüggetlenség elérése igen fontos feladat. Ennek érdekében a kormány alapvetően az atomenergia további növelését támogatja és a közel jövőben új reaktorokat tervez építeni. Az atomenergia-termelés kiterjesztése fontos azért is, hogy Csehország megőrizze villamosenergia-exportőri pozícióját, miközben cél a régi szénművek megszüntetése. Az orosz földgáz-függőség csökkentésének egyetlen lehetősége az energiahatékonyság fokozása lehet. Csehországban a földgázt elsősorban fűtésre használják; így az épületek energiahatékonysági felújítása jelentősen csökkenthetné a földgázfogyasztást (EXPORT.GOV 2018).

Csehország teljes megújuló energiakínálata 2010-hez képest jelentősen (38%-kal) növekedett és 2016-ban elérte 4310 ktoe-t, melynek 67%-át a biomassza és 14%-át a biogáz tette ki. Csehországban a megújuló energia adta az elektromos áramtermelés 13,6%-át, a szállítás 6,4%-át és a hűtés-fűtés 19,8%-át. Csehország-

ban a 2005-ben bevezetett támogatási rendszer elősegítette a szélenergia, a biomassza, és a napenergia fejlődését. A napelemek ára 2010-től jelentős csökkent, és ennek hatására mintegy 2000 MW napenergia-kapacitást telepítettek az országban. A kormány azonban visszamenőleges módosítással adót vetett ki a napenergiára, csökkentve így a napenergia szektor befektetőinek törvényileg garantált bevételét. 2010 után pedig már csak új napelemes tetőrendszereket lehetett telepíteni Csehországban, ráadásul 2014-ben a - a biogáz-erőművekhez hasonlóan - a támogatásukat is leállították. Hamarosan azonban a kisméretű lakóépületekre és vállalkozásokhoz telepített napenergia-rendszerek támogatásai éreztették pozitív hatásukat, emellett visszaállították a hőtermelő biogáz-erőművek támogatását is. Csehországban kezdetben a szélturbinák képviselték a megújuló energia termelés alapját. Jelenleg a szélenergia-potenciál kihasználatlan marad, szerepüket mára már jórészt átvették a napelemek és a biogázüzemek. A megújulók között a biomassza vezető szerepet tölt be és 2020-ra az összes megújuló az energiatermelés felét is adhatja (SEDLÁK 2018).

### ***Szlovákia energiafelhasználása***

Szlovákia csekély mennyiségű barnakőszénnel és lignittel rendelkezik, emellett kevés kőolaj- és földgáz képezi az ország energiavagyonát. A széntermelés, mely évi két millió tonna csökkenő tendenciát mutat. Szlovákia primer energiatermelése 6 ezer ktoe volt 2016-ban, ami 3,8%-kal több, mint a 2010-es kibocsátás. A szlovák energiatermelés javarészt nukleáris alapú. A hazai termelés 64%-át az atomenergia adja, emellett még a megújulók részaránya jelentős (27%-os). Szlovákia importfelhasználása 13,8 ezer ktoe, ami a hazai termelés 2,3-szorosa (2016). Az ország energiaimportja kőolaj alapú (53%), a földgáz aránya 26%, a széné 20%. Szlovákia energiaimportja elsősorban Oroszországból (nyersolaj, földgáz) és Csehországból (kőszén) származik. Az ország importfüggősége még EU-s összehasonlításban is magasnak tekinthető (59%). A szlovák energiaexport értéke 4,3 ezer ktoe, melynek 96%-a kőolaj (jelentős része tranzit)! Az ország bruttó energiafelhasználása a 2010. évi 17,7 ezer ktoe-ról 16,1 ezer ktoe-re csökkent 2016-ra. Szlovákia bruttó energiafelhasználása igen kiegyenlített; 24%-a földgáz, 24%-a nukleáris energia, 22%-a kőolaj, 20%-a szén és 10%-a megújuló energia (6. ábra).



**6. ábra: Szlovákia bruttó energiafelhasználásának alakulása (ezer ktoe) / Figure 6. The development of Slovakia's gross inland consumption (thousand ktoe)**

*Forrás: eurostat adatbázis alapján saját szerkesztés (2018) / Source: own construction based on eurostat database (2018)*

A szlovák energiapolitika területén az egyik legfontosabb prioritás az Oroszországtól való energiafüggőség csökkentése. Ehhez hozzájárul az ország energiaszerkezetének fokozatos diverzifikálódása (a szén, az atomenergia, a földgáz kiegyensúlyozott aránya) és a megújuló forrásokból származó energia lassan emelkedő részesedése. Szlovákiában az atomenergiának továbbra is meghatározó szerepe lesz. (Jól mutatja ezt az a tény is, hogy a nukleáris energia a teljes nemzeti villamosenergia-termelés 77%-át fedezi.) A gázágazatban azonban Szlovákia még mindig a hagyományos tranzit szerepére összpontosított. Az ország gázszállítási útvonal kapacitása több mint 15-szer nagyobb, mint a hazai gázfogyasztás. A szlovák energiapolitika alapvető problémája azonban, hogy sokkal inkább ideológiai és politikai megfontolások vezérlik, mint sem a piacorientáltság. A nagy energiavállalatok többsége állami tulajdonban van és az ország továbbra is a gázimportra, illetve az atomenergia fejlesztésére összpontosít, amelyhez stabil politikai támogatást kap. Emellett a kormány továbbra is támogatja a szénerőműveket az elmaradott térségekben a munkahelyek megóvása érdekében. Nem véletlen tehát, hogy ez a régió legmagasabb villamosenergia-árakat eredményezi. Szlovákiában - amely nem rendel-

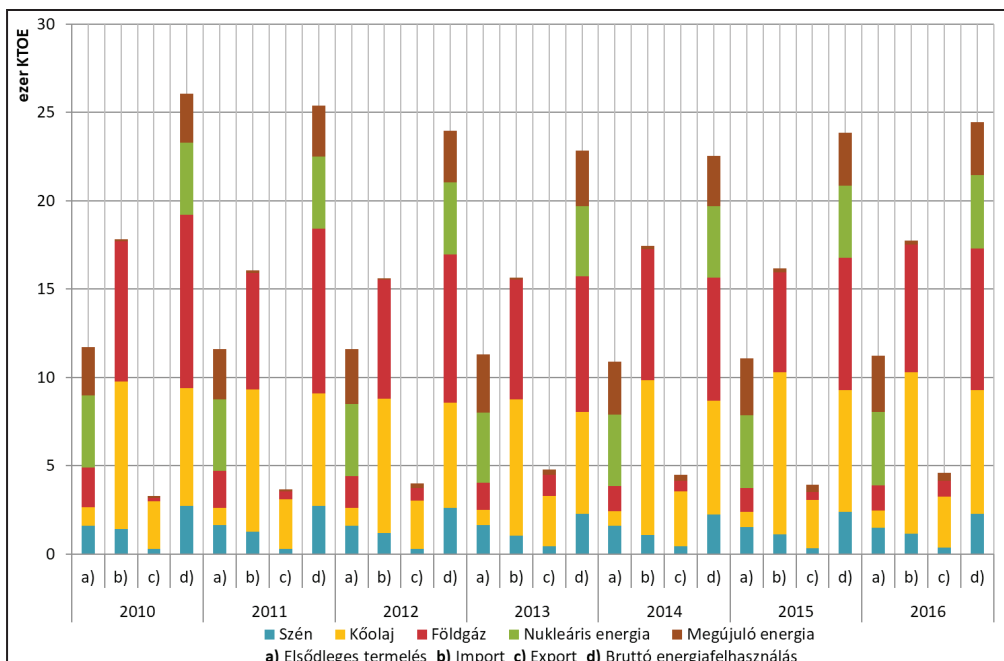
kezik hosszú távú energiasztratégiával - továbbra is komoly probléma az alacsony energiahatékonyság, a környezeti erőforrások alulbecslése, és a magas villamosenergia-ár.

Szlovákia összes megújuló energiakínálata 1577 ktoe volt 2016-ban, melynek több mint a felét (52%-át) a biomassza tette ki. A jelentősebb megújuló még a vízenergia 24%-os, a biogáz 10%-os és a biodízel 8%-os részesedéssel. Szlovákiában a megújuló energia adja az elektromos áramtermelés 22,5%-át, a szállítás 7,5%-át és a hűtés-fűtés 9,9%-át (2016). A megújuló energiatermelés jelentős részét a vízenergia szolgáltatja, amely még mindig kihasználatlan kapacitásokkal bír. Az is igaz azonban, hogy a vízerőművek sok esetben jelentősen károsítják az ökoszisztémát. A természeti feltételek miatt az ország szélerőenergia potenciálja korlátozott, sőt a szélturbinák építése tiltott is. A fotovoltaiikus és a biomassza részesedése viszont – kedvező módon - növekszik (JURCOVA 2018).

### ***Magyarország energiafelhasználása***

Magyarország energiahordozókban szegény országnak számít. Az ásványkincsek közül számottevő a szén a Mecsekben és a lignit Észak-Magyarországon. Emellett némi kőolaj- és földgáz-mezővel is rendelkezik az ország, ami az energiaellátását részben fedezi. Magyarország elsődleges energiatermelése 11,2 ezer ktoe volt 2016-ban, ami 3,8%-os csökkenést jelent a 2010-es kibocsátáshoz képest. A primer energiatermelésben a nukleáris energia részesedése 37%, a megújulóé 28%, a szénéé és a földgázé 13-13%, a kőolajé pedig 9% (2016). Magyarország 17,8 ezer ktoe importenergiát használt fel 2016-ban, ami lényegesen több mint a hazai termelés. Az import értéke hektikus mozgást mutatott a vizsgált hét év alatt. Magyarország energiaimportjában a kőolaj (51%) és a földgáz (40%) dominál. Az ország importfüggősége EU-s összehasonlításban átlagosnak tekinthető (55%). A magyar energiaexport értéke 4,6 ezer ktoe volt 2016-ban, aminek 58%-a kőolaj. Az ország bruttó energiafelhasználása 24,5 ezer ktoe volt 2016-ban, ami 5,7%-os csökkenést mutat a 2010-es értékhez képest. A bruttó energiafelhasználás 33%-a földgáz, 29%-a kőolaj, 17%-a nukleáris energia, 12%-a megújuló energia és 9%-a szén (7. ábra).





**7. ábra: Magyarország bruttó energiafelhasználásának alakulása (ezer ktoe) / Figure 7. The development of Hungary's gross inland consumption (thousand ktoe)**

*Forrás: eurostat adatbázis alapján saját szerkesztés (2018) / Source: own construction based on eurostat database (2018)*

Az energiatermelés összetételét tekintve Magyarországon jelentős a fosszilis energiahordozók (szén és szénhidrogének) felhasználása. Az ország komoly volumenű (7,5 milliárd tonna) szénvagyonnal rendelkezik. Gazdasági és ellátásbiztonsági szempontokból (importcsökkentő, munkahelyteremtő, GDP növelő, veszteség nélkül tárolható) is indokolt a szénerőművek működtetése. A magyar szénerőművek azonban elavultak és igen magas a szén-dioxid kibocsátásuk is, éppen ezért olyan technológiák és innovációk (például a tisztaszén technológia) alkalmazása szükséges, amelyek alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátást és kisebb környezeti terhelést, ugyanakkor hatásfok-növekedést eredményeznek (NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM 2018). A magyar földgázfogyasztás a 2006. évi 12,7 Mrdm<sup>3</sup>-ről 2016-ra 9,6 Mrdm<sup>3</sup>-re esett vissza, elsősorban a földgáz alapú villamos energiatermelés csökkenése miatt, emellett a lakossági célú felhasználás is mérséklődött. A csökkenő hozamú és egyre költségesebben hozzáférhető földgáz mezők miatt a jövőben a hazai termelés további csökkenéssel lehet számolni. A jelentős földalatti tárolókapacitása azonban fontos szerepet játszik az ellátásbiztonságban. A kőolaj esetében 10 százalék a saját termelés aránya a belső felhasználásban. A hazai

kitermelés a lelőhelyek kimerülése miatt fokozatosan visszaesik, bár a Mol különböző technológiai fejlesztésekkel igyekszik az importfüggőséget mérsékelni. Az atomenergia ma meghatározó szerepet tölt be a magyar áramtermelésben. A megtermelt villamos energia 53 százaléka származik a négy paksi reaktorból. A magyar kormány stratégiájában is prioritása van a nukleáris energiafelhasználása további bővítésének. Jól mutatja ezt, hogy a villamos energia-piacot a szén-atom-megújuló hármastól mentén fejlesztenék 2030-ig (PAPP 2017).

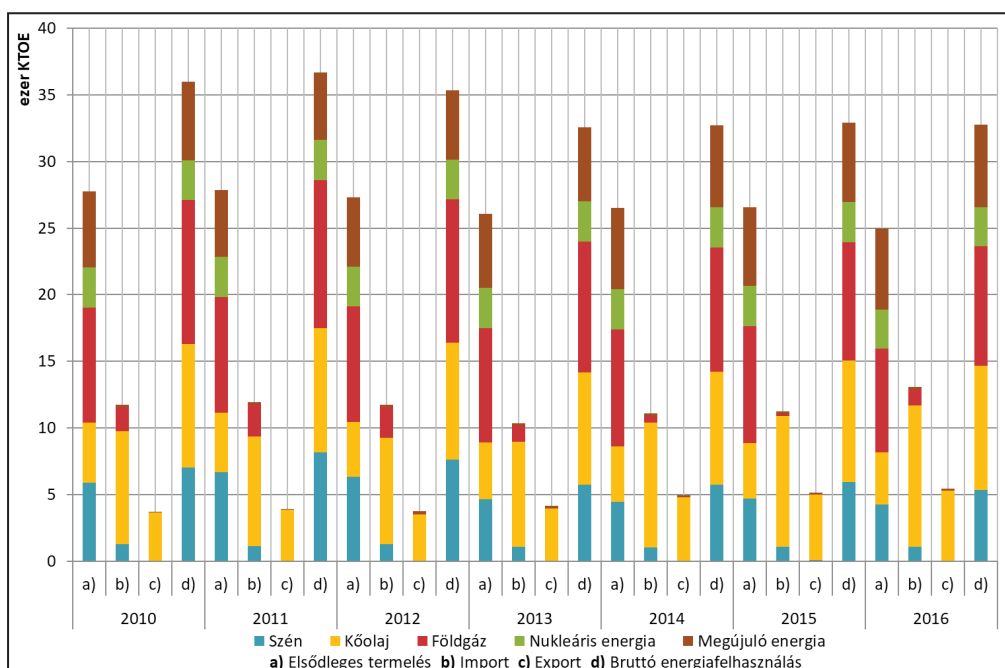
Magyarország bruttó megújuló energiafelhasználása 3000 ktoe volt 2016-ban, melynek 80%-át a biomassza tette ki. Ezen kívül a biodízel 4%-ot, a geotermál energia 4%-ot, biogáz 3%-ot, a háztartási hulladék 3%-ot, a biogázolaj 2%-ot és a szélenergia 2%-ot képvisel. Magyarországon a megújulók adták az elektromos áramtermelés 7,2%-át, a szállítás 7,4%-át és a hűtés-fűtés 20,8%-át (2016).

Magyarországon biomassza-potenciálja relatíve (az ország méretéhez képest) jelentős, de nem tekinthető biomassza-nagyhatalomnak. Az ország évente megújuló elméleti bioenergetikai potenciálja mintegy 1100 petajoule, melynek 35-40%-a hasznosítható energetikai célokra, azonban a fenntartható potenciál csupán 186 petajoule (DINYA 2018). Magyarországon a biomassza alapú energiatermelés versenyképes lehet a piacon beszerezhető fosszilis alapú energiákkal szemben, ennek megfelelően használatuk felértékelődhet (SZABÓ – TAKÁCSNÉ GYÖRGY 2012). A szélenergia hasznosításnak növekedése megtorpant Magyarországon, mivel 2010 óta – hatósági engedélyezés hiányában – nem épülhet szélerőmű, pedig 330 megawatttról 1200 megawattra lehetne emelni a hazai szélerőművek áramtermelő kapacitását. A napenergia csak kis hányadát teszi ki a magyar megújuló áramtermelésnek, de fejlődési üteme dinamikus mind a háztartási kiserőművek, mind a nagyobb napelem-parkok tekintetében. A napelemek árának csökkenése következtében 2016-ban már több mint 20 ezer napelemes rendszer működött Magyarországon és 28,5 ktoe energiát állított elő (míg 2006-ban csak 2 ktoe-t). Magyarországon a geotermikus energia nagy mennyiségben rendelkezésre álló energiaforrás, a geotermikus potenciál 60 PJ/év, ez az energia azonban csak töredékében kerül kihasználásra, pedig a felhasználási lehetőségek (villamosáram termelése, lakóépületek hő- és fűtésigényének kielégítése, mezőgazdasági felhasználás) széleskörűek.

### ***Románia energiafelhasználása***

Románia a legnagyobb olaj- és gáztermelő Közép- és Kelet-Európában. A közelmúltban a Fekete-tenger medencéjében felfedezett olaj- és gázlelőhelyek pedig a jövőben tovább javíthatják az ország energiahelyzetét. A Zsil völgyében ugyanakkor jelentős a barnakőszén- és a lignittermelés is. Románia abban szerencsés helyzetben van, hogy energiafelhasználásának legnagyobb részét saját erőfor-

rásaiból tudja fedezni. Románia energiatermelése 25 ezer ktoe volt 2016-ban, ami 11%-kal kevesebb, mint a 2010-es szint. Az ország saját energia termelése meglehetősen diverzifikált. A primer energiatermelés 31%-át a földgáz, 24%-át a megújuló, 17%-át a szén, 16%-át a kőolaj és 12%-át a nukleáris energia tett ki 2016-ban. Románia import energiája 13,1 ezer ktoe (2016-ban), amelynek több mint 80% kőolaj. Az ország importfüggősége 22%-os, ami lényegesen az európai uniós átlag alatt van. Románia energiaexportjának értéke 5,4 ezer ktoe, amelynek 98%-ban kőolaj. Románia bruttó energiafelhasználása 32,7 ezer ktoe volt 2016-ban, ami közel 10%-kal csökkent 2010 óta. A bruttó energiafelhasználás 28%-a kőolaj, 27%-a földgáz, 17%-a szén, 9%-a nukleáris energia és 19%-a megújuló energia (8. ábra).



**8. ábra: Románia bruttó energiafelhasználásának alakulása (ezer ktoe) / Figure 8. The development of Romania's gross inland consumption (thousand ktoe)**

*Forrás: eurostat adatbázis alapján saját szerkesztés (2018) / Source: own construction based on eurostat database (2018)*

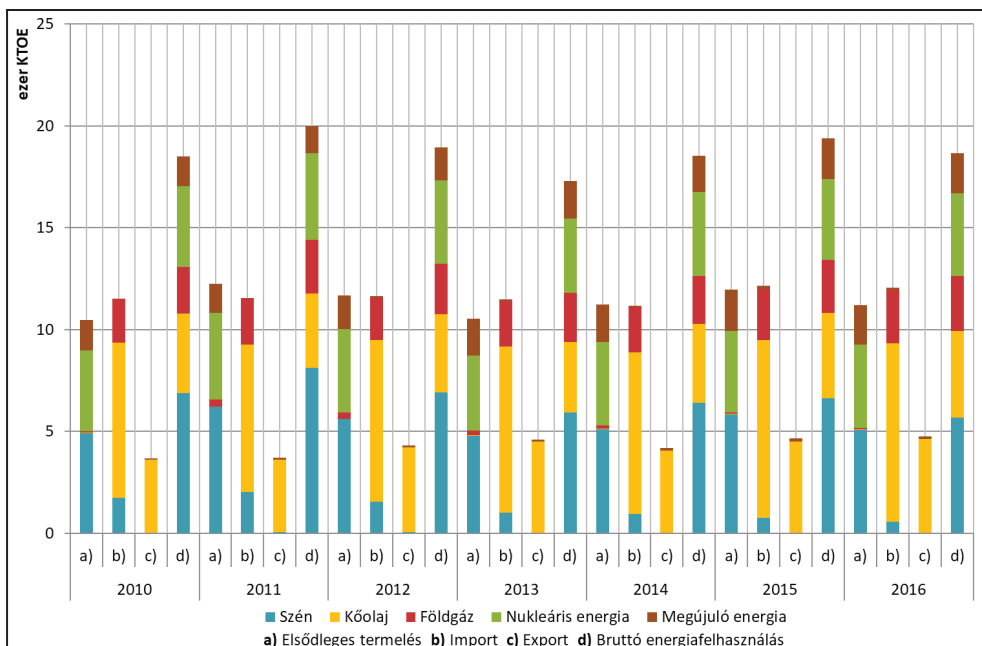
A román kormány energiastratégiájában legfőbb prioritásként a kiegyensúlyozott és diverzifikált energiaszerkezet fenntartását, a földgáz termelésének növelését és a hálózat infrastruktúrájának fejlesztését tűzte ki célul. A széntermelés mindezek ellenére stratégia ágazat maradhat Romániában. Az elektromos áram termelésének 40%-át ma a szénerőművek adják az országban, amelyek azonban javarészt már nem korszerűek, ráadásul a 28 szénerőmű fele környezetvédelmi engedélyek nélkül

üzemel. A kormány a jövőben csökkenteni kívánja a szén szerepét és el kívánja tolni a gáz és a nukleáris energiatermelés irányába. Romániában az atomenergia az elektromos áram termelésének 20%-át állítja elő. Az országban jelenleg egy atomerőmű működik két reaktorral, és további két reaktor építés alatt áll, így a jövőben tovább csökkenhet az üvegházhatást okozó gázok kibocsátása (EXPORT.GOV2018).

Románia bruttó megújuló energiakínálata 6193 ktoe volt 2016-ban, amelynek 58%-át biomassza és 25%-át vízenergia tette ki. A szélenergia részaránya 9%, a biodízelé 3% és a fotovoltalikus 2,5%. Romániában a megújuló energia adja az elektromos áramtermelés 42,7%-át, a szállítás 6,2%-át és a hűtés-fűtés 26,9%-át. Románia arra törekszik, hogy a lehető legtöbb energiaszükségletét a megújuló energiákból nyerje, így az energiaforrásokat kiegyensúlyozott arányban tudják felhasználni. Ehhez képest a legjelentősebb megújuló energia a biomassza esetében alig épülnek erőművek, a jelenlegiek csak óránkénti 70 megawatt áramtermelésére alkalmasak, ami nagyon kevés. A biomassza erőművek létesítése és fenntartása ugyanis drágább, mint más alternatív energiatermelőké. Romániában a biomassza leggyakoribb felhasználási formája az erdők fái és a mezőgazdaság hulladékai, melyeket a legtöbb háztartás közvetlenül fűtésre használ (Hernández 2017). Ezzel szemben a szélenergia hasznosítása rendkívül gyors növekedést mutatott az elmúlt évtizedben Romániában. A szélenergia kapacitás a 2007. évi 7 MW-ról 2018-ra 1941 MW-ra emelkedett és megvalósult Európa legnagyobb szélenergia parkja (Fântânele-ben), melynek teljesítménye 600 MW (EXPORT.GOV2018). A vízenergia területén kevés beruházás történt, de a jövőben a törpe vízierőművek jelenthetik a vízenergia további kihasználási lehetőségét Romániában.

### ***Bulgária energiafelhasználása***

Bulgária jelentős szénvagyonnal rendelkezik, melynek túlnyomó része (több, mint 90%-a) lignit. A többi szénkészlet zöme barnaköszén, melynek mennyiségét 300 millió tonnára becsülik. A feketeköszén ellenben elenyésző mennyiségben áll csak rendelkezésre. A hazai kőolaj és földgáz termelés elhanyagolható. Bulgária 11,2 ezer ktoe primer energiát állított elő 2016-ban, ami 7%-kal magasabb a 2010-es szintnél. A bolgár energiatermelésének 45%-át a szén, 36%-át az atomenergia és 17%-át a megújuló energia teszi ki. Bulgária a saját termelésénél némileg több energia importra szorul (12,1 ktoe 2016-ban). A bolgár energiaimport zöme kőolaj (72%) és földgáz (21%). Bulgária importfüggősége – uniós összehasonlításban - alacsony (38%). Az ország elsődleges energia exportja (4,8 ezer ktoe) gyakorlatilag csak kőolajra korlátozódik (97%-ban). Bulgária bruttó energiafelhasználása 18,6 ezer ktoe volt 2016-ban. A bruttó energiafelhasználás 31%-a szén, 23%-a kőolaj, 22%-a nukleáris energia, 14%-a földgáz és 10%-a megújuló energia (9. ábra).



**9. ábra: Bulgária bruttó energiafelhasználásának alakulása (ezer ktoe) / Figure 9. The development of Bulgaria's gross inland consumption (thousand ktoe)**

*Forrás: eurostat adatbázis alapján saját szerkesztés (2018) / Source: own construction based on eurostat database (2018)*

Bulgária leginkább az orosz energiaforrásoktól (földgáz, kőolaj) és az ehhez kapcsolódó technológiáktól függ. Az orosz Lukoil ráadásul az egyetlen bolgár kőolaj-finomító tulajdonosa, és kezében van az ország üzemanyag-ellátása is. Bulgáriában az energiaellátást döntően állami tulajdonú vállalatok biztosítják. Az állami vállalatok rossz menedzsmentje, a kiterjedt korrupció és a közbeszerzéssel kapcsolatos szabálytalanságok komoly hatékonysági problémát jelentenek az energiaszektorban. Kedvező tény ugyanakkor, hogy 2016-tól – az IBEX nemzetközi energia-csere-egyezmény aláírásával – Bulgária előrelépett az energiapiac liberalizációja és a rendszer átláthatóbbá tétele terén. Bulgária primer energiatermelése alapvetően szénre és nukleáris energiára épül. Az ország kőszén tartaléka jelentős, azonban ennek több, mint 90%-a alacsony fűtőértékű lignit, amelyet leginkább elektromos áram előállítására használnak. A feketekőszén-tartalék jelentős része ráadásul annyira mélyen van, hogy bányászata nagyon költséges. A másik komoly energia-potenciál a nukleáris energiában van (EXPORT.GOV 2018). Bulgáriában egyetlen atomerőmű üzemel, amely az ország áramtermelésének 33 százalékát adja. Új fejlemény, hogy a bolgár parlament 2018-ban engedélyezte a belenei atomerőmű megépítésének 2012-ben befagyasztott projektjét.

Bulgária összes megújuló energiakínálata 1947 ktoe volt 2016-ban, melynek több mint a felét (54%-át) a biomassza tette ki. A jelentősebb megújulók az országban még a vízenergia 17%-os, a biodízel 7%-os, a szélenergia 6%-os és a fotovoltaikus energia 6%-os részesedéssel. Bulgáriában a megújuló energia adta az elektromos áramtermelés 19,2%-át, a szállítás 7,3%-át és a hűtés-fűtés 30%-át 2016-ban. Bulgária jelentős haladást ért el a megújuló energiák felhasználása terén. A szektor állami támogatása azonban jelentősen növelte a lakosság áramszámláját és aláásta a rendszer hosszú távú fenntarthatóságát. A megújulók legnagyobb részarányát adó biomassza szektorban komoly lehetőségek vannak. A bolgár kormány jelentősen támogatja is az ágazatot, és hosszú távú programjában célként jelenik meg, hogy a biomassza a végső energiafogyasztás 9%-át fedezze. A vízenergia hasznosítása tekintetében a bolgár kormány terve 2020-ig 200 kis teljesítményű vízerőmű létesítése 380 MW kapacitással, melyekre leginkább a három nagy folyó mentén van lehetőség. A bolgár vízerőművek jelenleg 1980 MW-t energiát termelnek. A szélenergia szintén jelentős kihasználatlan potenciállal bír, elsősorban a Fekete-tenger partvidékén. Minisztériumi becslések szerint középtávon mintegy 3400 MW potenciállal számolnak, amely komoly befektetési lehetőségnek is ígérkezik. Bulgária területnek 80%-a alkalmas napenergia hasznosításra, viszont nagy különbségek vannak a régiók között a napsütés intenzitása tekintetében. A napenergia hasznosítása - a melegelevegős fűtéstechnika révén - igen elterjedt Bulgáriában: a mezőgazdaságban és az erdőszetben termény- illetve faszárításra (MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK 2016).

### ***A nem-megújuló energiaforrások és a megújuló energia kapcsolatának értékelése***

Az Európai Unió egészére vonatkozólag a megújuló energia és a nem megújuló energiaforrások közötti kapcsolat vizsgálata a következő eredményeket adta. A korrelációs mátrix értékei (2. táblázat) azt mutatják, hogy a megújuló energia növekedése elsősorban a nukleáris energia (-0,9635), majd a szén (-0,7692), és a végül a kőolaj (-0,7733) csökkenésével állt összefüggésben. (A földgáz nem esett bele a 95%-os konfidencia tartományba.) A parciális korrelációs számítás több kontrollváltozóra vizsgálva azt mutatta, hogy a megújuló energia-szén és a megújuló energia-kőolaj esetében a fenti szorosság már nem áll fenn, viszont a megújuló energia és nukleáris energia esetében igen. az Európai Unió egészére vonatkozólag tehát a nukleáris energiát váltotta fel a megújuló energia.

Lengyelország esetében a megújuló energia a szénnel negatív (-0,8547), a földgázzal viszont pozitív (+0,7826) korrelációban van. (Mivel a kőolaj nem esett bele az 95%-os konfidencia tartományba így az nem releváns. Nukleáris energiafelhasználás pedig nincs Lengyelországban.) A parciális korrelációs számítás esetén, ha a földgázt vesszük kontrollváltozónak a szén és a megújuló negatív kapcsolata jelentősen csökken, vagyis a földgáz-felhasználás befolyásolja a megújuló-szén kapcsolatot. Nem állapítható meg azonban, hogy a megújuló önmagában mennyiben helyettesíti a szenet, az viszont az igen, hogy Lengyelországban a földgáz és a megújulók együtt helyettesítik a szenet.

Csehország esetében elég egyértelmű a helyzet a megújuló energia és a nem megújuló energiaforrások közötti kapcsolatot illetően. A megújuló kizárólag a szénnel mutat szignifikánsan negatív korrelációt (-0,9467), amit megerősít a parciális korrelációvizsgálat is, ahol kontrollváltozóként a kőolaj, a földgáz és nukleáris energia szerepel. Csehország esetében tehát a megújuló növekedése a szén kiváltásával történik.

Szlovákia esetében a megújuló a szénnel és a földgázzal áll negatív korrelációban (-0,8659, illetve -0,7719), amelyet a parciális korrelációs számítás csak a szén esetében igazol (de azt is csak részben). Szlovákiában a megújuló alapvetően a szenet váltotta ki a vizsgált időszakban.

A hat ország közül Magyarország a megújuló nem mutat szignifikáns korrelációt egyetlen nem megújuló erőforrással sem. A szén esetében a legmagasabb a korreláció értéke (-0,5800), de ez sem igazolja, hogy a kiváltana a szenet. Magyarország esetében tehát konkrétan nem detektálható olyan nem megújuló erőforrás amelyet kiváltana a megújuló energia.

Románia esetében a megújuló a szénnel (-0,8486) és a földgázzal (-0,8128) mutat szignifikánsan negatív korrelációt. Ezt azonban nem erősíti meg a parciális korrelációs számítás. Románia esetében nem azonosítható be, hogy a megújuló konkrétan melyik energiahordozót helyettesít, de a kőolajat semmiképpen.

Bulgária esetében a megújuló a szénnel mutat lineárisan szignifikáns korrelációt (-0,8089). Ezt megerősíti a másik három változót kontrollváltozóként véve a parciális korrelációs számítás is. Bulgáriában tehát a megújuló növekménye alapvetően a szenet váltotta ki.



Elsődleges energiahordozó	Lengyelország	Csehország	Szlovákia	Magyarország	Románia	Bulgária	EU-28
Szén	-0,8547	-0,9467	-0,8659	-0,5800	-0,8486	-0,8089	-0,7692
Kőolaj	-0,3778	-0,6256	-0,3999	-0,2838	0,0006	0,5292	-0,7733
Földgáz	0,7826	-0,7115	-0,7719	-0,5163	-0,8128	0,2779	-0,7442
Nukleáris energia	-	-0,2352	-0,2670	-0,2221	-0,3240	-0,3427	-0,9635

**2. táblázat: A nem-megújuló energiaforrások és a megújuló energia helyettesíthetőségének korrelációs mátrixa / Table 2. Correlation matrix of the substitution of non-renewable energy sources for renewable energy**

*Forrás: eurostat adatok alapján saját számítás (2018) / Source: own calculation on eurostat database (2018)*

Az eredmények értékelése kapcsán meg kell jegyezni, hogy míg a nem megújuló energiaforrásokat egyértelműen elkülönítettük addig a megújuló energiát egészében vizsgáltuk. Összetételüket tekintve a megújulók is igen eltérő arányúak lehetnek országokként. Különböző mértékben ugyan, de mindenütt a biomassza a domináns megújuló energiaforrás, azonban egyes tagállamokban lehetnek emellett az átlagosnál magasabb arányban lévő megújulók (pl. Lengyelországban a szél, Csehországban a biogáz, Szlovákiában, Romániában és Bulgáriában a vízenergia).

## Következtetések

A vizsgált kelet-közép európai országok energiatermelésének szerkezete - a természeti adottságok különbözősége miatt - eltérő. Az eredmények azonban azt mutatják, hogy ezekben az országokban a megújuló energia leginkább a szenet váltotta ki vagy pedig nem detektálható be egyértelműen egy (vagy több) nem megújuló erőforrás. A vizsgált hat ország – csak úgy mint az Európai Unió - még mindig jelentősen kőolaj- és földgáz függő. Az elsődleges célok egyike, hogy - a szenet is beleszámítva - ezen energiahordozók felhasználását csökkentsük, ill. kiváltjuk őket megújuló energiával. A kőolaj fogyasztás csökkentése a bioüzemanyagok növekvő felhasználásával és nagyobb arányú elektromos vagy hibrid meghajtású eszközök használatával lehetne megoldható. Az alapvetően fűtésre használt földgázt pedig nap, földhő vagy biomassza energiával lehet kiváltani a jövőben. A környezeti károkért leginkább felelős szén biomasszával, elektromos áramtermelés esetén pedig – lehetőség szerint - szél-, nap- vagy vízenergiával helyettesíthető. Az eredmények értékelés kapcsán meg kell még jegyezni, hogy az EU a megújuló energia részarányának növelése mellett az energiahatékonyságra (-takarékosagra) is komoly hangsúlyt fektet. A vizsgált időszakban az energiahatékonyság mértékére nem csak a 2008-as válság okozta termelés- és szállításcsökkenés hatott, hanem az egyre korszerűbb



technológiáknak köszönhető jobb hatásfokú felhasználók (pl.: takarékosabb gépjármű motorok, passzívházak, világítástechnikai korszerűsítések stb.) elterjedése is.

### Hivatkozott források

- BRITISH PATROL [2018]: Statistical Review of World Energy. Letöltés dátuma: 2018. július 11. forrás: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/downloads.html>
- DINYA L. [2018]: Biomassza-alapú energiatermelés: A múlt és a jövő. Magyar Tudomány 179. pp. 1180-1183.
- EXPORT.GOV [2018]: Bulgaria-energy 2018. Letöltés dátuma: 2018. augusztus 14. forrás: <https://www.export.gov/article?id=Bulgaria-Power-Generation-Oil-and-Gas-Renewable-Sources-of-Energy-and-Energy-Efficiency>
- EXPORT.GOV [2018]: Czech Republic-energy 2018. Letöltés dátuma: 2018. augusztus 11. forrás: <https://www.export.gov/article?id=Czech-Republic-Energy>
- EXPORT.GOV [2018]: Poland-energy 2018. Letöltés dátuma: 2018. augusztus 12. forrás: <https://www.export.gov/article?id=Poland-Energy>
- EXPORT.GOV [2018]: Romania-energy 2018. Letöltés dátuma: 2018. augusztus 13. forrás: <https://www.export.gov/article?id=Romania-Energy>
- FODOR B. E. [2012]: A megújuló energia térnyerésének ösztönzési lehetőségei. A hazai kötelező átvételi rendszer értékelése. Doktori (PhD) értekezés. Corvinus Egyetem 226 p.
- HARANGI-RÁKOS M. – POPP J. – OLÁH J. [2017]: A bioüzemanyag előállítás globális kilátásai. Journal of Central European Green Innovation. Letöltés dátuma: 2018. július 20. forrás: [http://greeneconomy.uni-eszterhazy.hu/sites/greeneconomy.foiskola.krf/files/upload/JCEGI\\_2017\\_5\\_4\\_2.pdf](http://greeneconomy.uni-eszterhazy.hu/sites/greeneconomy.foiskola.krf/files/upload/JCEGI_2017_5_4_2.pdf)
- HERNÁNDEZ L. - BURRIEL J. R. – BUJDOSÓ Z. – TOPLICEANU L. [2017]: Training needs in renewable energies for local development. Letöltés dátuma: 2018. November 11. forrás: [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/167300/O2\\_Training%20needs%20in%20RES%20for%20local%20development\\_En.pdf?sequence=4](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/167300/O2_Training%20needs%20in%20RES%20for%20local%20development_En.pdf?sequence=4)

- HONVÁRI P. [2015]: Siker vagy kudarc? a megújuló energiák alkalmazásának lehetőségei a visegrádi négyek országaiban. In: Berkes Judit, Kecskés Petra (szerk.) „Távol és közel, az elmúlt 25 év területi folyamatai, szerkezetei, intézményei, ahogy az új generáció látja”: A IX. Fial Regionalisták Konferenciájának előadásai. Győr 292 p. és 69-79 p.
- JURCOVA V. [2017]: The Slovak energy transition – decarbonisation and energy security. Letöltés dátuma: 2018. július 29. forrás: <https://energytransition.org/2017/05/the-slovak-energy-transition-decarbonisation-and-energy-security/>
- LAKATOS I. - LAKATOSNÉ SZABÓ J. [2009]: A nem konvencionális szénhidrogének jelentősége a XXI. században (I.) : Globális kitekintés - hazai perspektívák. Magyar Energetika. 16. évf. 2. szám pp. 4-10.
- MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF DENMARK (2016): Energy sector Bulgaria. 8 p.
- NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM [2018]: Energia-és klímatudatossági szemléletformálási cselekvési terv. Budapest 46 p.
- PAPP ZS. [2017]: A földgázéroművek reneszánsza jön - átalakulóban a magyar energiapiac. Napi.hu Letöltés dátuma: 2018. július 25. forrás: [https://www.napi.hu/magyar\\_gazdasag/a\\_foldgazeromuvek\\_renezansza\\_jon\\_atalakuloiban\\_a\\_magyar\\_energiapiac.640239.html](https://www.napi.hu/magyar_gazdasag/a_foldgazeromuvek_renezansza_jon_atalakuloiban_a_magyar_energiapiac.640239.html)
- POPP J. [2013]: A bioenergia szerepe az energiaellátásban. Gazdálkodás. 57. évfolyam 5. kiadás pp. 419 – 435.
- REICHE W. S. - BECHBERGER M. [2004]: Policy differences in the promotion of renewable energies in the EU member states. Energy policy. 32. Ostrava, pp. 843 – 849.
- REN21 [2018]: Renewables 2018 Global Status Report 2018. Letöltés dátuma: 2018. július 12. forrás: [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652\\_GSR2018\\_FullReport\\_web\\_-1.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_-1.pdf)
- SEDLÁK M. [2018]: Energia a Cseh Köztársaságban: Vannak kis előrelépések, de még mindig atomerőművekben gondolkozunk. Letöltés dátuma: 2018. július 27. forrás: <https://book.energytransition.org/hu/node/66>

SUDAK I. [2018]: Lengyelország energiafordulata. Nem, ez nem egy lengyel vicc. Európai fordulat ez is. Letöltés dátuma: 2018. július 29. forrás: <https://book.energytransition.org/hu/node/66>

SZABÓ A. K. – TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. [2012]: A napraforgó alapú biomassza versenyképessége a fosszilis energiákkal szemben. Acta Carolus Robertus 2 (1). pp. 91-100.

TÓTH T. [2013]: A megújuló energiaforrások társadalmi háttérvizsgálata a Hernád-völgy településein, különös tekintettel a dendromassza-alapú közösségi hőenergia-termelésre. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem. 163 p.

### **Szerző / Author**

Dr. Bozsik Norbert PhD  
főiskolai tanár / college professor  
Eszterházy Károly Egyetem  
Gyöngyös Károly Róbert Campus  
3200 Gyöngyös, Mátrai út 36. /

[bozsik.norbert@uni-eszterhazy.hu](mailto:bozsik.norbert@uni-eszterhazy.hu)