



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**NEMZETI VERSENYKÉPESSÉG
ÉS
MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK**

Alföldy-Boruss Márk

Gödöllő

2018

A doktori iskola megnevezése: Gazdálkodás és Szervezéstudományok
Doktori Iskola

A doktori iskola tudományága: gazdálkodás- és szervezéstudományok

A doktori iskola vezetője: **Prof. Dr. Lehota József DSc**
egyetemi tanár
az MTA doktora
Szent István Egyetem
Gazdaság- és Társadalomtudományi
Kar, Üzleti Tudományok Intézete

Témavezető: **Prof. Dr. Csath Magdolna DSc**
egyetemi tanár
az MTA doktora
Szent István Egyetem
Regionális Gazdaságtani -
és Vidékfejlesztési Intézet

a DI vezetőjének jóváhagyása

a témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

Alkalmazott rövidítések jegyzéke	5
1. BEVEZETÉS	6
1.1. A téma jelentősége, aktualitása.....	6
1.2. A kutatás előzményei.....	7
1.3. Célkitűzések.....	8
1.4. Hipotézisek	9
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	10
2.1. A versenyképesség szakirodalmi áttekintése	10
2.1.1. Versenyképesség.....	11
2.1.2. Vállalati versenyképesség.....	12
2.1.3. Nemzeti versenyképesség.....	12
2.2. Az energiaforrások szakirodalmi áttekintése	14
2.2.1. Fosszilis, illetve hagyományos energiaforrások	18
2.2.2. Megújuló, illetve alternatív energiaforrások.....	22
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	33
4. EREDMÉNYEK	34
4.1. A nemzeti versenyképesség fogalmának fejlődése	34
4.1.1. Termelési tényezők, termelékenység, exportértékesítés.....	34
4.1.2. Változó termelési tényezők.....	36
4.1.3. Életminőség, életszínvonal	37
4.1.4. Fenntartható versenyképesség	37
4.1.5. Összetett értelmezések.....	39
4.1.6. A nemzeti versenyképesség elméleteinek rendszerbe foglalása a magyarországi doktori értekezések alapján.....	44
4.2. Versenyképességhez kapcsolódó indexek és intézmények	48
4.2.1. Nemzeti versenyképességi tanácsok, és megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos céljaik.....	48
4.2.2. Megújuló energiaforrások a versenyképességi országelemzésekben	51
4.2.3. Megújuló energiaforrások és környezeti fenntarthatóság a versenyképességi vállalati jelentésekben és indexekben.....	62
4.2.4. Versenyképesség a környezeti teljesítménnyel foglalkozó indexekben	65
4.3. Zöldenergia, mint versenytényező	70
4.3.1. Energiafelhasználási kitekintések.....	74
4.3.2. Energiastratégiák, energia a világgazdasági szereplők megközelítésében ..	78
4.3.3. Klímacélok, környezetvédelmi szabályozás, mint versenyt alakító tényezők	87

4.4.	Energetikai beruházások gazdaságossága	90
4.5.	Innovációs potenciál, szabadalmak	95
4.6.	Munkahelyteremtés	102
4.7.	Szektorális megújuló energetikai lehetőségek és eredmények.....	104
4.8.	Módszertani vizsgálat - megújuló energiaforrások szerepe a fő versenyképességi elméletekben.....	116
4.8.1.	Termelési tényezők, hatékonyság.....	116
4.8.2.	Külkereskedelmi mérleg és külpiaci eredményesség	119
4.8.3.	Jövedelemtermelő képesség, GDP.....	121
4.8.4.	Versenyképességi kompozitmutatók hatásvizsgálata	124
4.8.5.	Komplex összefüggések feltárása főkomponens analízis (PCA) segítségével 130	
4.8.6.	A módszertani vizsgálat következtetései	136
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	137
5.1.	Újszerű tudományos eredmények	137
5.2.	Következtetések.....	139
5.3.	Javaslatok	142
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	144
	SUMMARY	147
	MELLÉKLETEK	149
	M1. - IRODALOMJEGYZÉK	149
	M2. - ÁBRAJEGYZÉK	164
	M3. - TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	166
	M4. - AZ EURÓPAI UNIÓ MEGÚJULÓ ENERGIA POLITIKÁJÁNAK VERSENYKÉPESSÉGI ELEMZÉSE	167

Alkalmazott rövidítések jegyzéke

CO₂: szén-dioxid

SO₂: kén-dioxid

IEA: International Energy Agency, Nemzetközi Energia Ügynökség

IMD: International Institute for Management Development, Nemzetközi Vezetésfejlesztési Intézet

IRENA: International Renewable Energy Agency, Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség

LCOE: Levelised Cost Of Energy, vagy Levelised Cost Of Electricity, azaz egységre jutó energia, vagy áramköltség

LNG: Liquefied Natural Gas, Cseppfolyósított földgáz

NO_x: Nitrogén-oxid

RES: renewable energy sources, azaz megújuló energiaforrások

RES_{el}: electricity from renewable energy sources, azaz megújuló energiaforrásból származó villamosenergia

RES_{th}: thermoenergy from renewable energy sources, azaz megújuló energiaforrásból származó fűtési és hűtési hőenergia

RES_{tr}: transport energy from renewable energy sources, azaz megújuló energiaforrásból származó közlekedési energia

EPI: Environmental Performance Index, Környezeti Teljesítmény Index

SEEA: Central Framework of the System of Environmental-Economic Accounting, Környezeti-Gazdasági Számlák Rendszerének Központi Kerete

SRI: Socially Responsible Investments, Társadalmilag Felelős Befektetések

ESG: Environmental, Social and Governance, Környezeti, szociális és kormányzási befektetések

PRI: Principles For Responsible Investment, Felelős Befektetések Alapelvei

GTCI: Global Talent Competitiveness Index, Globális Tehetség Versenyképességi Index

toe: tonna olaj egyenérték

ÜHG: üvegházhatású gáz

WEF: World Economic Forum, Világgazdasági Fórum

1. BEVEZETÉS

A kétezer éves példabeszéd szerint a vőlegényt váró tíz lányból öt visz olajat a mécseséhez, öt pedig nem. Idejük van, mivel késik a vőlegény - még el is alszanak a várakozásban. Az olajról elfeledkeznek. Csak akkor kérnek olajat egymástól, amikor már megérkezik a vőlegény. De azok a lányok, akik vittek olajat magukkal nem adnak, mert attól tartanak, hogy akkor senkinek nem lesz elég. A lányok fele lemarad a mennyegzőről... (Károli, 1590). Kétezer éves a példabeszéd, amely - mint a bibliai példázatok mindegyike - olyan képpel próbálja üzenetét átadni, amely kép a hétköznapi emberek számára ismerős, mindennapos. Kétezer évvel ezelőtt is mindennapos kérdés volt az energiaforrásokról való gondoskodás, és bizonyos célok csak a szükséges energiaforrások birtokában voltak elérhetőek. Mindennek a lényege teljesen változatlan azóta is. Időnként, sőt egyre sűrűbben merül fel kérdésként az, hogy rendelkezésre áll-e a célok eléréséhez szükséges energiaforrás, és az energiaforrások gazdái hajlandók-e megosztani javaikat másokkal.

1.1.A téma jelentősége, aktualitása

Az Enerdata 2011-es jelentése szerint az energetikai kiadások minden ország ráfordításainak az egyik legnagyobb tételét képezik. 1990 és 2010 között, világszinten megduplázódott az energetikai kiadások összege. Az energetikai kiadások a világ GDP-jének mintegy 10 százalékát tették ki 2011-ben, az országok legnagyobb vagy második legnagyobb kiadási tételét jelentve. Az összes nominális energetikai kiadás egynegyede Európában történt, az USA és Kína az összes nominális energetikai kiadás egyötöd-egyötöd részéért felelt (Enerdata, 2011).

Az energetika sokféleképpen hat az országok működésére. Sok ország igen jelentős energiabehozatalra szorul, a behozatalra pedig korlátozott lehetőségek állnak rendelkezésre. Korlát lehet az energiahordozók szállíthatósága (vezetékrendszerek kiépítettségének szintje, a vezetékrendszerek használatának fizikai és jogi megkötöttségei), a járművel történő szállítás körülményei; korlátot jelenthet továbbá az energia ára; valamint az importenergia származási helye sokszor geopolitikai kockázatot is jelenthet. Ezáltal az energetika fizikai egymásra utaltságot jelent az ellátásbiztonság szempontjából, ami diplomáciai, geopolitikai kapcsolatokat határoz meg. Az exportált és importált energia ára, mint bevételi vagy kiadási tétel sok ország esetében a legkiemelkedőbb gazdasági kérdések közé tartozik az összegek nagysága és cserearányt befolyásoló hatása miatt is. Az energia költségei csökkenthetik az alacsonyabb jövedelmű rétegek alapvető energiaellátáshoz való hozzájutási esélyeit, emiatt az energetika komoly szociális kérdésként merülhet fel és a kormányok szociálpolitikai programjainak részévé válik. A használatban lévő energiaforrások életminőségi, levegővédelmi, környezeti, fenntarthatósági következményei szintén komoly hatást gyakorolnak az országok működésére, befolyásolva a jelen helyzetet és a fenntarthatósági útkeresés lépéseit is.

A felsorolt, az országokat érintő energetikai kérdéskörökre (diplomácia, ellátásbiztonság, gazdaság, szociálpolitika, életminőség, fenntarthatóság) különböző válaszok adódnak, azonban általános válaszként a helyben elérhető, megújuló és tiszta energiaforrások használata érthető, ami pedig egyben a gazdaságpolitikára is hatással van.

Az országok gazdasági fejlődésének alapjait jelentő tényezők - a versenytényezők - azonosítása és biztosítása az emberiség történetét végigkísérő folyamat. A versenyképesség elemei és azok súlyai az élelmezési, biztonsági (védelmi, hadászati) tényezőktől kezdve a termelési tényezőkön és a legkülönbözőbb erőforrásokon keresztül, az adott kor körülményeinek megfelelően változnak.

A vezetők számára állandó feladat a versenyképességet alakító tényezők megfelelő azonosítása és azok fejlesztése, az általuk képviselt országok prosperitása érdekében. A világtrendeknek megfelelően a versenyképesség fogalmi rendszere szintén folyamatos változáson, fejlődésen megy keresztül - míg a közelmúltban a globalizáció, az internet világa voltak a hívószavak, addig - napjainkban a versenyképesség fogalmának a klímaváltozás, fenntarthatóság, digitalizáció, globális értékláncok által meghatározott kihívásoknak kell megfelelnie.

A téma aktualitása tehát, hogy a fenntartható fejlődést célzó útkeresés mind a megkerülhetetlen fontosságú energetika, mind a közgazdasági alapproblémák közé tartozó versenyképesség kérdésével közeli kapcsolatban van.

1.2.A kutatás előzményei

A dolgozat versenyképességi tematikájára vonatkozóan közvetett kutatási előzményként tekinthető az a 2005 óta Magyarországon, a gazdálkodás-és szervezéstudományok, valamint a közgazdaságtudományok tudományágakban történt 43 sikeres doktori védés, amelyek témája a versenyképesség. Ezen értekezésekben közös, hogy értelemszerűen mindegyik tartalmaz elméleti háttérrel, szakirodalmi összefoglalót magáról a versenyképességről, annak elméleti fejlődéséről. Három dolgozat tesz kísérletet arra is, hogy a versenyképességi kutatásokkal, elméletekkel foglalkozó szerzőket és megállapításaikat átfogó, logikai csoportosítással mutassa be. Ezek közül kiemelkedő Somogyi (2009), aki értekezésében 35 szerzőt vagy intézetet vesz végig nagyon részletesen, ugyanakkor dolgozatának kritizálható pontja, hogy a nemzetközi szerzők közül mindössze nyolc szerző kerül felsorolásra.

Építve a versenyképességi témájú doktori disszertációkra, saját csoportosítással töreksem a versenyképesség elméleti háttérét bemutatni, történeti előzményként kezdve a versenyelőny-koncepcióktól és lezárva a fenntartható versenyképesség témájával. Dolgozatom - témáját illetően - egyedinek tekinthető az említett disszertációk sorában, ugyanis a megújuló energiaforrások és a nemzetgazdasági versenyképesség közötti összefüggés nem volt még tárgya a hazai doktori védéseknek 2005 óta.

Energetikai vonatkozásban közvetett előzményként használom a számtalan különböző elemzést, amely született az országok kitettsége, megújuló energetikai lehetőségei, előrehaladása, valamint az energiaforrások használatának gazdasági, társadalmi, környezeti vonatkozásaiban. Közvetlen kutatási előzményként tekintem a Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervének felülvizsgálatához készült tanulmányt, amely többszemponú döntési modell alkotásával elemezte Magyarország megújuló energetikai lehetőségeit (Hartman B. et al. 2017), illetve a hazai energiaigényes ágazatok megújuló energetikai lehetőségeire is kitekintést nyújtó könyvrészletet (Alföldy-Boruss, 2016), továbbá kapcsolódó kutatási eredményeimet, melyek jellemzően konferenciakiadványokban jelentek meg.

1.3.Célkitűzések

Dolgozatom fő célja, hogy bemutassa a gazdasági versenyképesség fogalmának fejlődését, valamint a versenyképesség fogalmában elhelyezze a megújuló energiaforrások használatának jelentőségét.

A versenyképesség fogalmi fejlődése kapcsán célkitűzés a nemzetközi és hazai szakirodalom feldolgozása, valamint a versenyképességgel foglalkozó doktori disszertációk elemzése is. A szakirodalom elemzésénél a külföldi szerzőket eredetiben tervezem olvasni és értelmezni tekintettel arra, hogy számos hazai szerző már valamilyen magyar szakirodalomban fellelhető hivatkozást vesz át egy-egy nemzetközi szerző gondolatai kapcsán. A versenyképesség elméleti háttérénel bemutatásra kerül az, hogy a természeti erőforrások, energiaforrások, megújuló energiaforrások valamilyen szerepet kapnak-e a fogalom definiálása során.

A versenyképesség fogalmi fejlődése mellett feldolgozásra kerül az energiaforrások szakirodalma is, bemutatva az alapvetően használt energiaforrásokat, valamint azok alternatíváit.

A fogalmi rendszer elméleti megismertetését követően cél, hogy a versenyképességgel foglalkozó ország- és vállalati indexek, rangsorok módszertana is feldolgozásra kerüljön, azaz bemutassam, hogy az elméleti szinten fontosnak tartott szempontok milyen módon válnak mérhetővé. Szintén céлом megismertetni a versenyképességi intézményrendszerek, versenyképességi tanácsok munkáját, keresve benne az energetikai és környezeti fenntarthatósági vonatkozásokat illetve azt, hogy ezen intézmények mennyire elemzik az energetikai fenntarthatóságot, mint versenyképességi tényezőt.

Céлом, hogy a versenyképesség elméleti és gyakorlati vonatkozásait követően az energetika területét is bemutassam annak érdekében, hogy az egyes energiaforrások használatának fenntartható versenyképességi hatásai nyilvánvalóvá váljanak.

Az energetikai fejezetet általános világszerte, valamint részletes európai uniós elemzéssel kívánom kiegészíteni, azt vizsgálva, hogy a különböző szempontok alapján célként kitűzött megújuló energia használat irányába mely gazdaságok, milyen eredményességgel tudtak elmozdulni.

Statisztikai módszerek alkalmazásával tervezem feltárni a különböző versenyképességi kompozitmutatók idősoros értékei közötti összefüggéseket (általános és környezeti kompozitmutatókat elemezve). A kompozitmutatók értékének alakulását más gazdasági mutatókkal is összevetem a mélyebb összefüggések kimutatása céljából. A tervezett alkalmazandó statisztikai módszerek: korrelációvizsgálat, szignifikanciaszint meghatározása, főkomponens elemzés, klaszteranalízis.

1.4.Hipotézisek

Kutatásom előfeltevései megfogalmazása során támaszkodtam az elmúlt egy évtized során az energetika világában megszerzett ismereteimre, tapasztalataimra, valamint azokra a kihívásokra, amelyekkel találkoztam ez idő alatt.

Eddigi szakmai munkám során megtapasztaltam az energetika világában helytállni próbáló, kreatív, de küzdelmes kisvállalati létet. Az államigazgatásban módomban volt részt venni a hazai és európai uniós energetikai és gazdasági stratégia,- és ezzel jövőalkotási folyamatokban, illetve a támogatáspolitikai és jogszabályi intézkedések előkészítésében és megvalósításában. A közép-kelet-európai régió egyik legnagyobb vállalatánál pedig jogalkalmazóként van lehetőségem részt venni az Európai Unió klímapolitikai intézkedéscsomagjának végrehajtásában és egyben részesének lenni a hagyományos energiaforrásokra támaszkodó vállalatcsoport fenntartható növekedést célzó, stratégiai átalakulásában.

Az említett számos személyes érintettség ihlette az alábbi hipotézisek megfogalmazását, amelyekre kutatásom során válaszokat kerestem:

Hipotézis 1 (H1): A versenyképesség fogalmának értelmezése változik az aktuális politikai-gazdasági környezet alakulásának megfelelően, ennél fogva változnak a versenyképességet meghatározó és azt alakító tényezők is.

Hipotézis 2 (H2): A nemzeti versenyképesség alakításában szerepet játszik a megújuló energiaforrások használatának mértéke.

Hipotézis 3 (H3): A megújuló energiaforrások fenntarthatóbbak a hagyományos energiahordozóknál, fenntarthatóságban valós alternatívái a hagyományos energiaforrásoknak.

Hipotézis 4 (H4): A megújuló energiaforrások használata hozzájárul a gazdasági szerkezet korszerűsítéséhez, illetve növeli az innovációs képességeket.

Hipotézis 5 (H5): A jövőben az energiaforrások, illetve ezeken belül a megújuló energiaforrások szerepe nőni fog a versenyképesség alakításában.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A versenyképesség szakirodalmi áttekintése

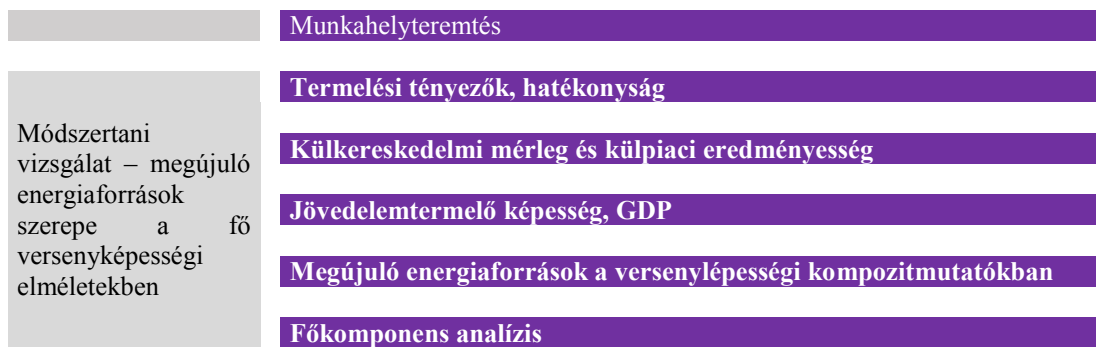
Jelen dolgozat egyik fő feltételezése, hogy a megújuló energiaforrások használata hozzájárul a nemzeti versenyképesség javulásához. A feltételezés bizonyítása érdekében elsősorban szükséges az állítás tényezőit megvizsgálni: mit értünk nemzeti versenyképességen, mit jelentenek a megújuló energiaforrások, milyen módon lehet azokat használni? Továbbá, vajon valóban van-e közöttük okozati kapcsolat (ha igen, akkor miért, ha nem, akkor miért nem)? A képletnek leegyszerűsítve tehát két tényezője a nemzeti versenyképesség és a megújuló energiaforrások. Elsőként e két tényező szakirodalmi háttere kerül bemutatásra a dolgozatban. A szakirodalmi feldolgozás és az eredmények bemutatásának logikája a versenyképesség elméleti kontextusát, a versenyképesség különböző intézményi formáit, valamint az energetikai összefüggésrendszert mutatja be különböző részletezettségű alfejezetekkel, ennek vázát szemlélteti az 1. ábra.

A VERSENYKÉPESSÉG ÉS AZ ENERGIAFORRÁSOK ÁLTALÁNOS SZAKIRODALMI HÁTTERE

Versenyképesség	Vállalati versenyképesség
	Nemzeti versenyképesség
Energiaforrások	Fosszilis, illetve hagyományos energiaforrások
	Megújuló, illetve alternatív energiaforrások

A NEMZETGAZDASÁGI VERSENYKÉPESSÉG ÉS A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNÁLATÁNAK ÖSSZEFÜGGÉSEI

A nemzeti versenyképesség fogalmának fejlődése	Termelési tényezők, termelékenység, exportértékesítés
	Változó termelési tényezők
	Életminőség, életszínvonal
	Fenntartható versenyképesség
	Összetett értelmezések
Versenyképességhez kapcsolódó indexek és intézmények	A nemzeti versenyképesség elméleteinek rendszerbe foglalása a magyarországi doktori értekezések alapján
	Nemzeti versenyképességi tanácsok, és megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos céljai
	Megújuló energiaforrások a versenyképességi országelemzésekben
	Megújuló energiaforrások a versenyképességi vállalati indexekben
Zöldenergia, mint versenytényező	Versenyképesség a környezeti teljesítménnyel foglalkozó indexekben
	A 'zöldgazdaság' közgazdasági alapjai, megközelítései
	Energiafelhasználási kitekintések
	Energiastratégiák, energia a világgazdasági szereplők megközelítésében
	Energetikai beruházások gazdaságossága
	Klímacélok, környezetvédelmi szabályozás, mint versenyt alakító tényezők
	Innovációs potenciál, szabadalmak



1. ábra: A szakirodalmi feldolgozás és az eredmények bemutatásának logikai vázlata.

Forrás: saját szerkesztés, 2018

2.1.1. Versenyképesség

A sokszereplős gazdasági piac tér résztvevői természetes küzdelemben állnak egymással az értékteremtési folyamatuk minden láncszeme vonatkozásában. Ki jut könnyebben a termelési tényezőkhöz (kiemelten a pénzügyi és humán erőforrásokhoz), ki tudja ugyanazt az értékteremtő tevékenységet hatékonyabban végrehajtani, elérni a fogyasztókat és a legnagyobb haszonnal pénzzé tenni az előállított értékeket?

A szakirodalom ezt az összetett gazdasági küzdelmet versenyként írja le, utalva a sportversenyek természetére. Mint ahogy a sportversenyek bizonyos játékszabályok, keretek között, illetve azoknak megfelelően zajlanak, így a gazdasági versenynek is megvannak a maga feltételei, szabályai.

A gazdasági versenyt a résztvevő felek alapján legjellemzőbben vállalati és nemzetgazdasági tér szerint különbözteti meg a szakirodalom. Az tekinthető versenyképésnek, aki a leginkább felkészült, a legjobb tulajdonságokkal indul a pályán és ezekből kifolyólag a legnagyobb valószínűséggel éri el a küzdelem célját.

A küzdőtéren való helyállás gazdasági értelemben vett céljának más a megközelítése egy vállalkozás vagy egy nemzet esetében. A különböző megközelítésekben mégis lehet hasonlóságot felfedezni: az elért eredmények a versenyző számára fontos szereplők (tulajdonosok, munkavállalók, állampolgárok stb.) számára való értékteremtés, az ő jóléti, és/vagy jól-léti igényeiknek a kielégítése.

Mi a világ vezető gazdasági véleményalkotóinak a meghatározása a versenyképesség fogalmára?

A Világbank, az OECD és a World Economic Forum értelmezése szerint a versenyképesség az intézmények, politikák, tényezők olyan összessége, amely meghatározza egy ország termelékenységének szintjét. A termelékenység kulcsfontosságú, ugyanis növekedéshez vezet, ami magasabb jövedelemszinteket eredményez, ez utóbbi pedig nagyobb jólétet. A Világbank úgy véli, hogy rengeteg, különböző megközelítésű meghatározás van a versenyképesség fogalmára, de ezeknek központi eleme a termelékenység (Világbank 2017), Schwab (2016).

A gazdasági verseny kutatása terén a nemzetközi szakirodalom legelismertebb és legnagyobb hatású szerzője Michael E. Porter. Szintén úgy véli, hogy a versenyképesség alapja a termelékenység (Porter, 1990). Összetett

összefüggésrendszert dolgozott ki a versenyképességre vonatkozóan, amelyben alapvetően a versenyelőnyök mikroökonómiai alapjaira helyezi a hangsúlyt, amelyek megágyaznak a nemzetek, régiók és klaszterek termelékenységének. A figyelembe vett mikroökonómiai alapok az üzleti környezet minősége, a klaszterek, a gazdaságfejlettség állapota, a vállalatok működésének kifinomultsága és a stratégiák. (Az üzleti környezet minőségét írja le a gyémánt-modelljével, amelynek négy tényezője a vállalati stratégia, szerkezet, versengés; az input tényezők; a kapcsolódó és támogató iparágak; a keresleti feltételek. Az egymáshoz kapcsolódó vállalkozások, szervezetek, intézmények földrajzi összpontosodásaként létrejövő klaszterek léte annak köszönhető, hogy azok hozzájárulnak a termelékenységhez, működési hatékonysághoz, az innováció ösztönzéséhez. A gazdasági fejlettséget tényező,- beruházás,- innovációvezérelt állapotok szerint írja le.)

Porternél a makroökonómiai versenyképességet a monetáris és fiskális politikák, valamint az emberi fejlődés és hatékony politikai intézmények határozzák meg. Az egyéb adottságok pedig jó alapot jelentenek az előrehaladáshoz, ugyanakkor az előrehaladást az adottságok termelékeny használata teremti meg.

Porter modelljében tehát a versenyképességi összefüggésrendszer a vállalatok teljesítőképességén (kiemelten a külkereskedelemre való képességén), az ezzel elért nemzetgazdasági termelékenységen, valamint az ezek hatására kialakuló nemzeti versenyképességen képeződik le (Harvard Business School, 2017).

2.1.2. Vállalati versenyképesség

A gazdasági versenyképesség általános értelmezése a vállalatokat vette górcső alá. Porter (1993) nemzetközi vonatkozásban látta a vállalati versenyképesség lényegét, a vállalatok külpiazi eredményességét helyezte központba. Lengyel (2003) a vásárlók igényeit kielégítő termékek és szolgáltatások tartósan és jövedelmezően történő előállítását hangsúlyozta. Chikán (2006) az előzőek mellé behozta a társadalmilag felelős módon való vállalati működést is. Csath (2010) a másoktól eltérő versenyelőnyök kifejlesztésének és megtartásának képességét hangsúlyozta a vállalatok vonatkozásában.

A szerzők mindegyike utal arra, hogy a vállalatok működésének fenntartható eredményességében nagyon nagy szerepet játszik az üzleti környezet, mozgástér, amelynek alakításában a kormányoknak van alapvető felelőssége. A vállalatok működése ugyanakkor visszahat az adott nemzet, régió üzleti és általános környezetére, fejlődésére is.

A versenyképesség vállalati szintű értelmezése módszertanilag előnyös, mivel a vállalatok tényleges versenyképességét sok pénzügyi mutató vissza tudja tükrözni, illetve könnyen nyomonkövethető a versenyképesség változása is ezen mutatókkal, a versenytársakkal való összehasonlítás lehetőségén keresztül. Összetettebb, kifinomultabb értelmezést igényel viszont a versenyképesség magasabb, a vállalatok szintje feletti vizsgálata; a következőkben a nemzeti, nemzetgazdasági versenyképesség különböző értelmezései kerülnek bemutatásra.

2.1.3. Nemzeti versenyképesség

A nemzeti versenyképesség fogalma és mérése nehezebb, mint a nemzetgazdaságot alkotó egyes vállalatok versenyképességének vizsgálata.

Bár a World Economic Forum 1979 óta méri az országok közötti versenyképességet, a kilencvenes években több szerző is a mellett érvelt, hogy a versenyképesség alapvetően mikroökonómiai fogalom, és emiatt a nemzetgazdaság szintjén nem értelmezhető. Ezzel összhangban a versenyképesség - egyébként viszonylag újkeletű - közgazdasági fogalma alapvetően a vállalkozásokra és nem a nemzetgazdaságokra összpontosított, míg a nemzetek, nemzetgazdaságok vonatkozásában inkább a nemzetközi kereskedelemre való képességet, a nemzetközi kereskedelemben való abszolút, később pedig komparatív előnyöket kísérte figyelemmel a tudomány.

A versenyképesség nemzeti szintű értelmezésének egyik fő ellenzője Krugman. Krugman (1994) a versenyképesség fogalmának nemzeti szintű alkalmazása ellen fogalmazta meg 1994-ben azt, hogy míg az egyes vállalatok szükségszerűen egymással versenyeznek, addig a nemzetgazdaságok bővülése nem egymás rovására történik, hiszen egymásnak exportpiacai és importforrásai is lehetnek egyben. Azonban a világ vezető gazdaságai nem egymással vannak versenyben, illetve gazdasági problémáik nem helyezhetők összefüggésbe a világversenyben fennálló problémáikkal. Az ország jóllétét alapvetően a saját gazdasága teljesítménye határozza meg, nem pedig az, hogy más országok viszonylatában mekkora teljesítményt bocsát ki. Az egyes országok között óriási különbség van külkereskedelem tekintetében, ugyanakkor ez nem feltétlenül van összefüggésben az ország lakosainak életminőségével. Krugman megállapítása szerint az életminőség növekedési rátája minden esetben megegyezik a hazai termelékenység növekedési ütemével – nem a versenytársak termelékenységével, hanem a hazai termelékenységgel. Végkövetkeztetése, hogy a versenyképesség fogalmát értelmetlen a nemzetgazdaságra vonatkoztatni.

2011-es cikkében megerősíti korábbi álláspontját (a gazdasági teljesítményt nem szabad azzal azonosítani, hogy valamiben jobb az egyik ország a másiknál) és nehezményezi, hogy a versenyképesség politikai megközelítése az, hogy arra hivatkozva reformokat, kormányzati költsékeztéseket lehessen eszközölni.

Krugman érvei ellenére mégis egyre elfogadottabbá - sőt a politikai vezetők körében divatosabbá - vált a nemzeti, nemzetgazdasági versenyképesség fogalmának használata, olykor szinte szinonimaként a fenntarthatósággal, fenntartható fejlődéssel.

A makroökonómiai (ország szintű) versenyképesség Garelli értelmezésében válik jól láthatóvá és védhetővé: állítása szerint „a vállalkozások azért felelősek, hogy gazdasági értéket hozzanak létre, míg a nemzeteknek az a feladatuk, hogy olyan környezetet teremtsenek, amelyek elősegítik a vállalkozásokat abban, hogy elérjék ezt a gazdasági értéket” (in: Jámbor, 2016).

Napjainkban egyre indokoltabb szétválasztani az adott ország területén működő vállalatok versenyképességét a nemzetgazdasági versenyképességtől. A globalizáció, a globális értékláncok korában ugyanis általánossá válik, hogy a globális vállalatok profitcenterként, rendkívül termelékeny és versenyképes módon üzemeltetik leányvállalataikat, azonban a keletkezett hasznot kivonják az adott ország gazdaságából, ezzel a nemzeti versenyképesség javításának forrásait szűkítik.

Mára a különböző nemzeti versenyképességi rangsorok már befolyásolják a kormányzati stratégiaalkotásokat, fejlesztési irányokat, hatással vannak az országok külső megítélésére és ezen keresztül a működőtőke-áramlásra, országkockázati besorolásokra; azaz a nemzeti versenyképesség fogalma nemcsak elfogadottá vált,

hanem az országok jövője alakulásának szempontjából erősen meghatározó tényezővé érett.

Fontos azonban megjegyezni, hogy a versenyképességi rangsoroknak komoly gyenge pontjaik vannak, elsősorban azért, mert a cégek helyi „jóllétét” tekintik a legfontosabb versenyképesség meghatározó tényezőnek, ez viszont - a fentebb említett globális értéklánc probléma miatt - félrevezető következtetések levonását eredményezheti.

A versenyképességi rangsorok módszertanában várható változás az, hogy a versenyképesség jövőbeli megítélésében növekedni fog a tudás, innováció, azaz a „humán vagyon” minőségének értéke. A tudás-alapú versenyképesség gondolata nem újkeletű, hiszen már Széchenyi is a ’tudományos emberfő mennyisége’ alapján határozta meg a ’nemzet igazi hatalmá’-t (Széchenyi, 1830). A Széchenyi óta eltelt időben a nemzetgazdaság versenyképességének központi elemeként tekintettek különböző termelési tényezőkre és a külkereskedelemre, versenyképességi célként az életminőséget, illetve napjainkban a fenntarthatóságot megfogalmazva. A gazdaságok tudásínsége azonban új szempontokat eredményez (tudásteremtés, megtartás, bevonás), amit a GTCI index mér 2013 óta (GTCI, 2018).

Tekintettel a téma jelentőségére, a versenyképesség itt bemutatott rövid, vázlatos szakirodalmi áttekintése folytatódik a 4.1. fejezetben (A nemzeti versenyképesség fogalmának fejlődése fejezetcím), ahol részletesen kifejtésre kerülnek a versenyképességi elméletek és azok irodalmi háttere.

2.2. Az energiaforrások szakirodalmi áttekintése

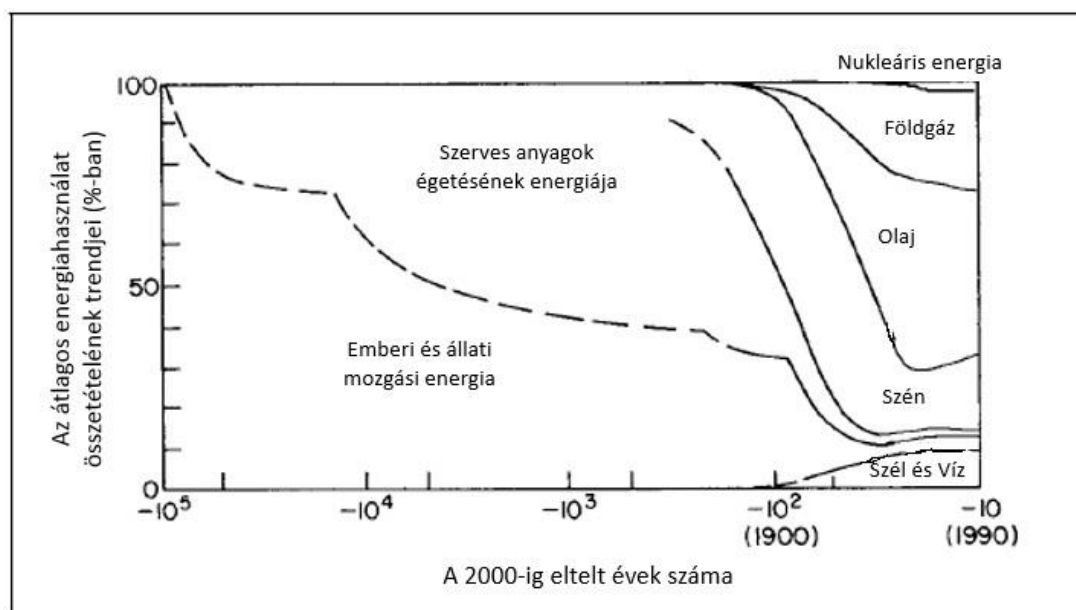
Az Energia Kézikönyve (Cleveland, 2013) előszava szerint az emberi lét központja az energia, sőt, az emberiség történelme leírható az energia történelmével. A tűz felfedezése, az állatok házasítása, a fosszilis energiaforrások megtalálása, a villamosodás, nukleáris energia alkalmazása, olajháborúk mind-mind az emberiség történelmének sarkalatos pontjai. Az energia jelenleg az emberiség kimagasló kihívását jelenti abban a vonatkozásban, hogy hogyan lehet fenntartható emberi létet biztosítani a bolygón. Az energia kulcstényezője a makroökonómiai növekedésnek. Környezeti vonatkozásban, a hagyományos energiahordozók jelentik a legnagyobb globális és lokális környezeti problémát. Szociális szempontból az energia számos alapvető emberi szükséglet biztosításának az alapja, illetve az energiaiellátás szintjének és minőségének egyenlőtlenségei gyakran társadalmi igazságossági kérdésekként merülnek fel.

A mai modern gazdaságok energetikai jellemzői az ipari forradalomra vezethetők vissza, amely alapjaiban változtatta meg az emberiség energiaigényét, a használatba bevont energiaforrások fajtáit és a használat módját. A korábbiakban a természetben, átalakítás nélkül elérhető energiaforrások hasznosítása történt természetes folyamatokkal (táplálkozás), vagy közvetlen módon (pl. a szél vagy víz mozgási energiaként, biomassza fűtési célú hasznosítása, napenergia mezőgazdasági kihasználása). Az ipari forradalommal azonban megjelentek az energiaforrások átalakításának lehetőségei (pl. a gőzgéppel a hő mozgási energiává alakítása); az ember által előállított és tudatosan használt új energiaforrásként elindult a villamosenergia termelése; illetve megindult a természetben eltárolt, addig nem használt energiaforrások kiaknázása, továbbítása és részben ezek tárolása is. Az ipari forradalom, mint a „mesterséges” energetika keletkezésének bölcsője, összességében új energiaforrások bevonását, az energiaforrások új módon történő hasznosítását és

földrajzi terjedését is megalapozta, megteremtve ezzel a modern ipari gazdaságok és társadalmak létrejöttét.

Az emberiség energiaigénye drasztikus módon megnőtt. Sorensen szerint 1990-ben az egy főre jutó energiaátalakítás mértéke tizenháromszorosa volt a kezdeti civilizáció korabeli fajlagos energiaigénynek (Sorensen 2004, 21.o.). A Világbank adatai alapján 1970 óta majdnem ötven százalékkal, 1990 óta közel húsz százalékkal nőtt a világ egy főre jutó energiafelhasználása. Mindez a világ népessége növekedésének figyelembevételével többszörös teljes energiafelhasználás-növekedést jelent. Az egy főre jutó energiafelhasználás tekintetében rendkívül egyenlőtlen az eloszlás, akár tízszeres különbségek is lehetnek: az USA 6800, Németország 3800, Magyarország 2400, Zimbabwe 750 kg olajegyenértéket használt fejenként 2015-ben (Világbank, 2014).

A tudatos, vagy művi használatba vont energiaforrások több ezer éve a következők voltak: közvetlen napsugárzás; környezeti hő; állati és növényi biomassza élelmiszerként (később tüze energiaként), mozgási energiaként az emberek és állatok ereje, a szél, és vízenergia; az olaj (növényi eredetű) világítási célú használata; illetve az épületek bevilágítása, fűtése és hűtése céljából a nap járása szerinti tájolás, vagy az épületek részlegesen földbe süllyesztése. (Sorensen, 2004, 19.o.) Az elmúlt néhány száz évben a fossziliák kitermelése és tüzeléstechnikai hasznosítása, majd a XX. században a nukleáris energia hosszú ideig a gazdasági növekedés motorja volt, és sokáig a korlátlan energiaforrások ígérését adta.



2. ábra: A különböző energiaforrások használatának aránya az emberiség történelmében.

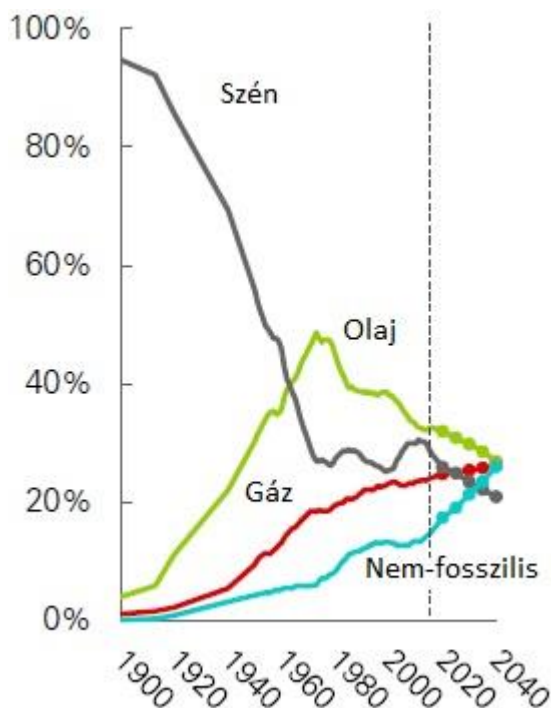
Forrás: Saját szerkeztés, Sorensen (2004) alapján, 2018

A 2. ábra azt szemlélteti, hogy az emberiség fejlődése során hogy alakult át a felhasznált energiaforrások összetétele 1990-ig. A kezdetben élelmiszerként bevitt energiát egyre nagyobb mértékben váltotta fel a biomassza égetése, majd a fosszilis és nukleáris energiaforrások. Az ábra hiányossága, hogy nem mutatja be a korábban jelzett passzív energiahasznosítási módokat, így a napenergia nem kerül feltüntetésre rajta, illetve hogy mind a víz, mind a szélenergia hasznosítása korábbra nyúlik vissza a jelzett 1900-nál, a hajózás és a malomipar tekintetében is.) Kétségtelen, hogy a fosszilis energiák hasznosítása nélkül az ipari forradalommal hozott fejlődés nem

jöhetett volna létre, és így az sem vált volna lehetővé, hogy a mai műszaki tudással már pont a fosszilis energiahordozók kiváltására alkalmas technológiák kerüljenek fejlesztésre és elterjesztésre.

A technikai fejlődés eredményeként mára - a fosszilis energiaforrásokat és a megújuló energiaforrásokat is beleértve - a természetben előforduló bármely energiaforrás használatba lett vonva, vagy használatára egyre nagyobb esélyek vannak, legyenek azok fejlett szárazföldi vagy tengeri bányászat módján, vagy akár az ár-apály kiaknázásával elérhető energiaáramlások.

A BP 2018-as ábrája (3. ábra) bemutatja, hogy 1900 óta hogy változott a világ energiafelhasználásának összetétele, és hogy 2040-ig milyen energiakosár jelezhető előre. (BP, 2018) (Sorensen ábrájától eltérően, a BP nem számol az élelmiszeren keresztül bevitt állati és emberi energiával az 1900-as években.)



3. ábra: A különböző energiaforrások használatának aránya 1900 óta, illetve előrejelzés 2040-ig.

Forrás: BP, 2018.

Az energiaforrások átalakításának és használatának módja is kiteljesedett. Egyre nagyobb energiasűrűségű és ennél fogva könnyebben szállítható, tárolható és kezelhető anyagok váltak meghatározóvá. Gyarkorlatilag bármilyen energiaforrás használható bármilyen jellemző célra, legyen az fűtés-hűtés, villamosenergia felhasználás, vagy közlekedés. Központi elemmé vált a villamosenergia termelés akár hasadóanyag, akár bármely, a természetben előforduló mozgási energia, vagy a napsugárzás fotovoltaiikus hasznosításával. Az energiatárolás jelenlegi állapota össze nem hasonlítható mértékű az akár ötven évvel korábbi szinttel, és további „korszakos” fejlődés várható. Az energiaátalakítás határfoka egyre javul a technológiák fejlődésével. Az energia közvetlen szállítása és korlátlan felhasználhatósága érdekében pedig olaj, földgáz és villamosenergia vezetékek hálózák be a fejlett országok területeit.

Az energetikai kiadások pedig minden ország ráfordításainak az egyik, esetenként a legnagyobb tételét képezik. Világszinten megduplázódott az energetikai kiadások összege 1990 és 2010 között. Az országok legnagyobb, vagy második legnagyobb kiadási tétele az energetikai kiadások, összességében a világ GDP-jének mintegy 10 százalékaként. Az összes energetikai kiadáson belül pedig Európa teszi ki a legnagyobb - egynegyednyi - részt, akit az USA és Kína követ egyötödnyi-egyötödnyi részarányal (Enerdata, 2011).

A fejlett országok óriási mértékben energiafüggők - sokszor nemcsak a gazdasági tevékenységek energiaintenzitása, hanem a népesség egy főre jutó energiafelhasználása miatt, ami a jövedelem és energiafelhasználás közötti okozati összefüggést jelzi. A Világbank adatai szerint az egy főre jutó legmagasabb energiafelhasználás (kg olajegyenérték egy főre vetítve) Izlandon történt 2015-ben (17479), őt követte Kanada (7604) és az Egyesült Államok (6801). A következő helyeken szintén jómódú országok sorakoztak: Luxemburg, Finnország, Norvégia, Ausztrália, Dél-Korea, Svédország, Belgium voltak az első tíz legnagyobb fajlagos energiafelhasználású országok. A Világbank jövedelmi csoportok szerinti bontása alapján a magas jövedelmű országok egy főre jutó energiafogyasztása 4605 kgoe, a felső-közép-jövedelműeké 2213 kgoe, az alsó-közepes-jövedelműeké 647 kgoe, az alacsony jövedelmű országokra pedig nincs is adat. (Világbank, 2014)

Az egyes országok erős energiaigényessége mellett különböző energiaforrásokkal, különböző mértékben vannak ellátva, így az energiaforrások felett való rendelkezés stratégiai területté vált. Az energiaforrások szükségessége mellett, azok használatának különböző környezeti, egészségügyi következményei és lehetséges kockázatai - levegőminőség romlása, a klímára káros anyagok kibocsátása, nukleáris kockázatok - a fenntarthatóság követelményei ellen hatnak. Az 1861-es pennsylvaniai olajboom óta az elmúlt 150 év során rendszeresen felmerült az ellátásbiztonság kockázata, a gazdaságok olajfüggővé válásával geopolitikai függőségek kialakulása is együtt járt. Ez újszerű kockázatot jelentett a korábban sokkal szélesebb körben elérhető szén felhasználásához képest. A kockázatok kezelése érdekében elindult az alternatívák keresése - egyrészt a saját kitermelési lehetőségek kutatása, másrészt egyéb energiaforrásokra való átállás. Az egyik nagyreményű alternatíva, az atomenergia békés célú használatához a csernobili katasztrófával új kockázati tényező, a társadalmi, környezeti kockázat párosult. A földgáz használatánál az olajhoz hasonlóan az ellátásbiztonság és a geopolitikai függőség kérdései jelentették és jelentik továbbra is a kockázatok fő csoportját. Rendszeresen felmerülő kérdés az energiaforrások készleteinek rendelkezésre állása, igaz, az újabb kitermelési technológiákkal és újabb területek kutatás alá vonásával a fosszilis energiahordozók kimerülésének várható időpontja ismét és ismét kitolódik. A fosszilis energiahordozók éghajlatváltozásra kifejtett hatása viszont új és globális kockázati tényezőként kezdte formálni az energiaforrásokról való gondolkodást. Mindezen hatások és kockázatok korlátot jelentenek a teljes rendelkezésre álló energetikai paletta használatában, és ezzel felértékeli a fenntarthatóságot szolgáló energiaforrásokat. A korábbi alternatíva-keresési folyamat jelentősen felgyorsult világszerte az 1990-es évek óta.

2.2.1. Fosszilis, illetve hagyományos energiaforrások

Fosszilis energiaforrásként - a latin szóból is fakadóan - a földből származó, energiatartalommal bíró növényi és állati maradványoknak a szén, olaj és földgáz formájában való megjelenési formáit értjük. Más megközelítés szerint a fosszilis energiahordozók fogalmánál nem a földből és régmúlt időkből való származás a meghatározó, hanem az energiaforrás összetétele és így fosszilis energiaforrásnak számít a tüzipfa (szilárd biomassza) is. (Sembery, 2004)

A világ fosszilis energiaforrásai legnagyobbja a szénkészlet, a feltárt fosszilis energiakészletek háromnegyedét teszi ki. Felhasználása az ipari forradalom idején lett jelentős, az alternatívái megjelenése ellenére is meghatározó maradt. A 2000-es évektől közel kétszeresére nőtt a szén felhasználása, 2015-ben a világ primerenergia kínálatának 28,1%-át tette ki. (IEA, 2017a)

Legjobb minőségű szén a kőszén, gyengébb a barnaszén, és legalacsonyabb fűtőértékű a lignit. A szén mindhárom fajtájának széles skálán mozog a fűtőértéke a nedvességtartalom és a fás szerkezet függvényében. A kőszén fűtőértéke 20-32 MJ/kg, a barnaszénéé 15-20 MJ/kg, míg a lignitek fűtőértéke 5-10 MJ/kg. A szén kitermelése mélyművelésű bányákból és külszíni fejtésekből lehetséges. A szén, tüzeléstechnikai hasznosítása során hőenergiát biztosít, azonban elégetésük során környezetszennyező CO₂ és SO₂ is keletkezik. (Sembery, 2004) Az ÜHG hatás mellett porszennyezéssel is jár a szén égetése. Porszennyezésként a tüzelőanyag elégetésével járó szálló pernye értendő, amely a tüzelőanyag éghetetlen, vagy el nem égett összetevőiből áll. A porszennyezés szakirodalmi megnevezése a szállópor (particulate matter, PM), amelyet a részecskéi átmérője alapján különböztetnek meg jellemzően két kategória szerint (PM₁₀ a 10 µm alatti és PM_{2,5} a 2,5 µm alatti ultrafinom részecskék megnevezése). A szálló por a tüdőben lerakódva komoly megbetegedésekhez vezet.

A feltárt kőolajkészletek a szénének mintegy 20%-át teszik ki. 2015-ben a világ primerenergia kínálatának 31,7%-át kőolaj biztosítja. Felhasználásának magyarázata a rendkívül jó energiasűrűsége, szállíthatósága, ami által bármely energiafelhasználási helyen és funkcióban alkalmazható. Elégetése szintén ÜHG kibocsátással jár.

A földgáz 2015-ben a világ primerenergia kínálatának 21,6%-át jelenti. Szintén univerzális a felhasználhatósága, bár energiasűrűsége nem annyira kedvező, mint a kőolajé – vélhetően ez is hozzájárul ahhoz, hogy a közlekedésben nem tudta átvenni az olaj szerepét. A fosszilis energiahordozók közül a legkedvezőbb az ÜHG értéke.

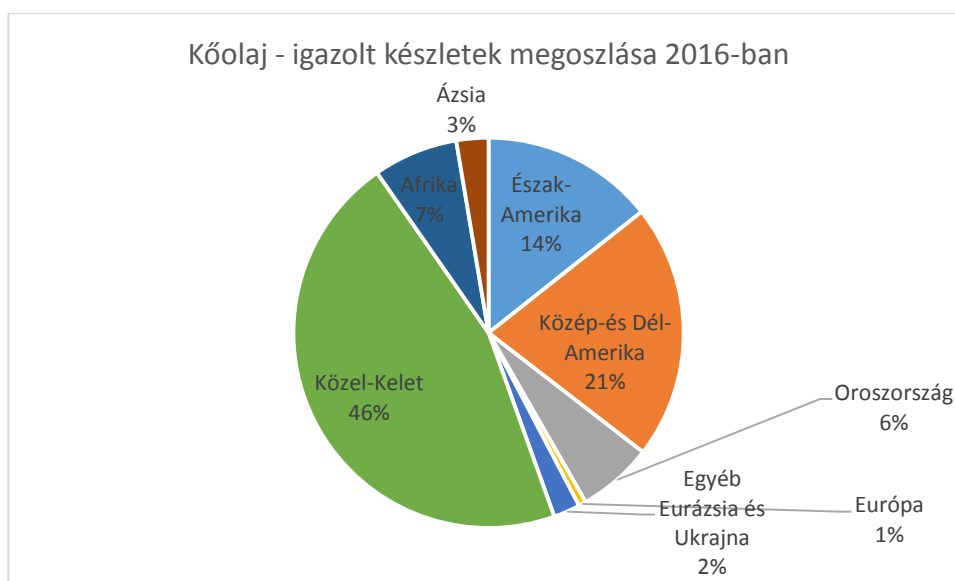
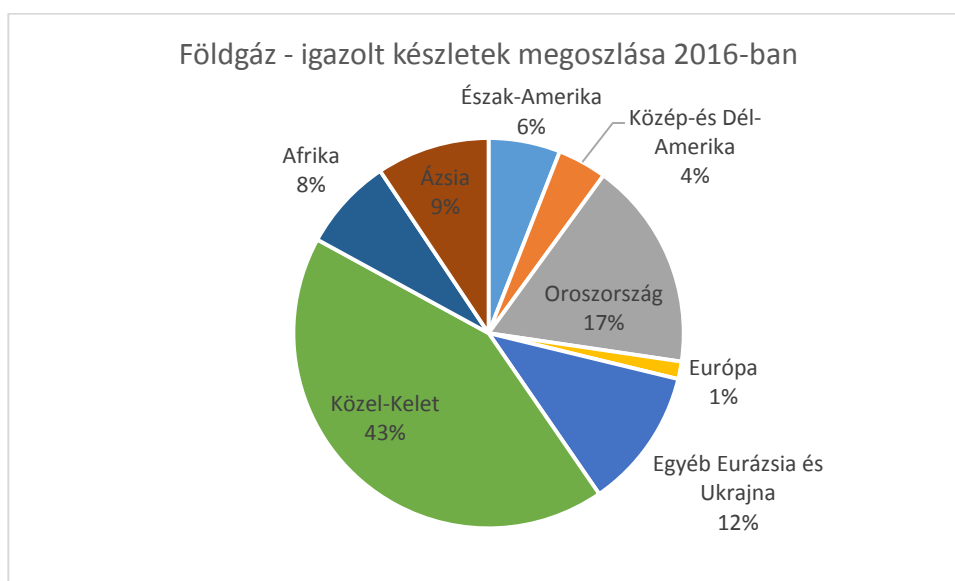
A Föld összes fosszilis energiahordozójának kimerülése régóta vitatott kérdés. A BP 2017-es statisztikai kiadványa szerint az igazolt olajkészletek és földgázkészletek ötven százalékkal nőttek az elmúlt húsz évben, és a jelenleg rendelkezésre álló igazolt olaj- és földgázkészletek a 2016-os kitermelési adatokat feltételezve további 50 évre elegendőek. A most rendelkezésre álló szénkészletek az elmúlt húsz évben tíz százalékkal csökkentek, ugyanakkor 150 évre lennének elegendőek, szintén a 2016-os termelési szintet feltételezve. (BP, 2017a), (BGR, 2016)

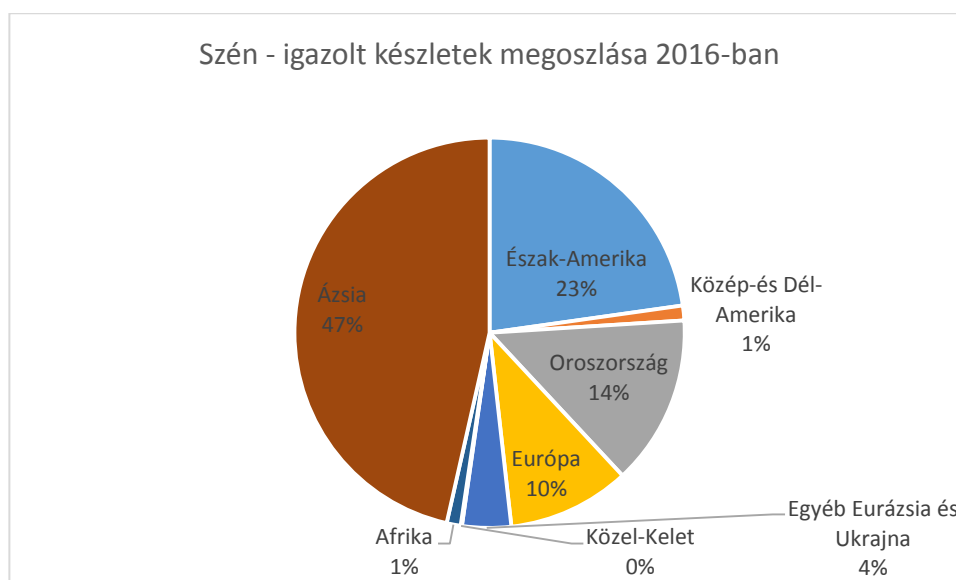
A megismert készletek földrajzi elhelyezkedése meghatározó az egész világgazdaság szintjén, hiszen a készletek alakulásával a globális erőviszonyok és így az energiahordozók árai is változnak.

A fosszilis energiahordozók igazolt készleteinek földrajzi megoszlását a 4. sz. ábra mutatja be. A kőolaj és földgáz vonatkozásában a legnagyobb tartalékok Közel-Keleten találhatóak, 40% feletti részesedéssel a világ összes tartalékából. A földgáztartalékok második legnagyobb része Oroszországban található, az összes tartalék 17%-a felett rendelkezik, Eurázsia többi országa Ukrajnával együtt a további 12%-ot birtokolja. Az összes amerikai területen mindössze 10%-nyi tartalék található, Ázsia és Afrika 9 és 8%-ból részesül. Európa a világ földgáztartalékainak mindössze 1%-a felett rendelkezik.

A második legnagyobb kőolajtartalékkal Közép- és Dél-Amerika, illetve Észak-Amerika rendelkezik (21%, 14%), Oroszország tulajdonol 6%-ot, Afrika 7%-ot, Ázsia, Eurázsia 5%-ot, és Európa ismét csak 1%-ot.

A szénkészletek 47%-a felett Ázsia rendelkezik, második legnagyobb Észak-Amerika 23%-kal. Oroszország 14%-os aránnyal bír, és Európának egyedül szénkészletekben van jelentősebb, 10%-os részesedése.





4. ábra: A fosszilis energiahordozók igazolt készleteinek földrajzi megoszlása.

Forrás: Saját szerkesztés BP (2017) és BGR (2016) alapján, 2018

A megismert olaj- és földgázkészletek eddig tapasztalt folyamatos növekedése alapján feltételezhető, hogy megfelelően vonzó energiaárak mellett újabb- és újabb, egyre költségesebben elérhető rezervoárok fognak megismerhetővé és kitermelhetővé válni. Ilyen rezervoárok a palagáz és palaolaj (shale gas és shale oil) lelőhelyek, amelyek a hagyományos módszereknél nagyobb költségen és nagyobb környezetterheléssel aknázhatók ki. A hagyományostól eltérő módon nem elég egy gázadó rétegbe fúrni, hanem hidraulikus rétegrepszttéssel szükséges a gázadó rétegeket stimulálni, ami a gyakorlatban víz, homok és kémiai adalékanyag lepréselését jelenti. A technológia sokat fejlődött, de továbbra is viták övezik a lejtuttatott kémiai anyagok esetleges szennyezései, a rétegrepszttés lemezmozgást keltő hatásai, a magas vízhasználat miatt.

A környezeti fenntarthatóság vonatkozásában nem a belátható időn belüli erőforrás-kimerülés a döntő érv a fosszilis energiahordozókkal szemben. Bár az egyértelmű, hogy a fosszilis energiahordozók egy adott területről emberi léptékkal látható módon merülnek ki, viszont szintén emberi léptékkal nézve nem termelődnek vissza.

A fosszilis energiaforrások sokkal inkább - a jelenlegi technológiák használata mellett - a levegőminőségre és klímaváltozásra gyakorolt hatásuk miatt alkalmatlanok a környezeti fenntarthatóság elvének megfelelni. Az energiaforrások 1. táblázat szerinti CO₂ egyenértéke bemutatja, hogy egy tonna energiaforrás elégetése mekkora ÜHG kibocsátással jár. A gyakorlatban azonban a legkülönbözőbb hatékonyságú tüzelőberendezésekben és áramfejlesztő készülékekben hasznosulnak ezen erőforrások, így az előállított végső energiaegységre jutó ÜHG egyenérték nagyban különbözik a tömeg szerinti értékektől. A fosszilis energiahordozók felhasználásával történő villamosenergia előállítás CO₂ egyenértékét szintén bemutatja az 1. táblázat. A táblázat a World Nuclear Association széleskörű, szakirodalomra alapozó 2011-es tanulmányában bemutatott, átlagos értékek alapján, valamint a World Resources Institute 2017-es adatai alapján készült. A kibocsátási adatok az áramtermelési technológiák és a különböző szűrőberendezések fejlődésével csökkennek, itt csupán a nagyságrendek

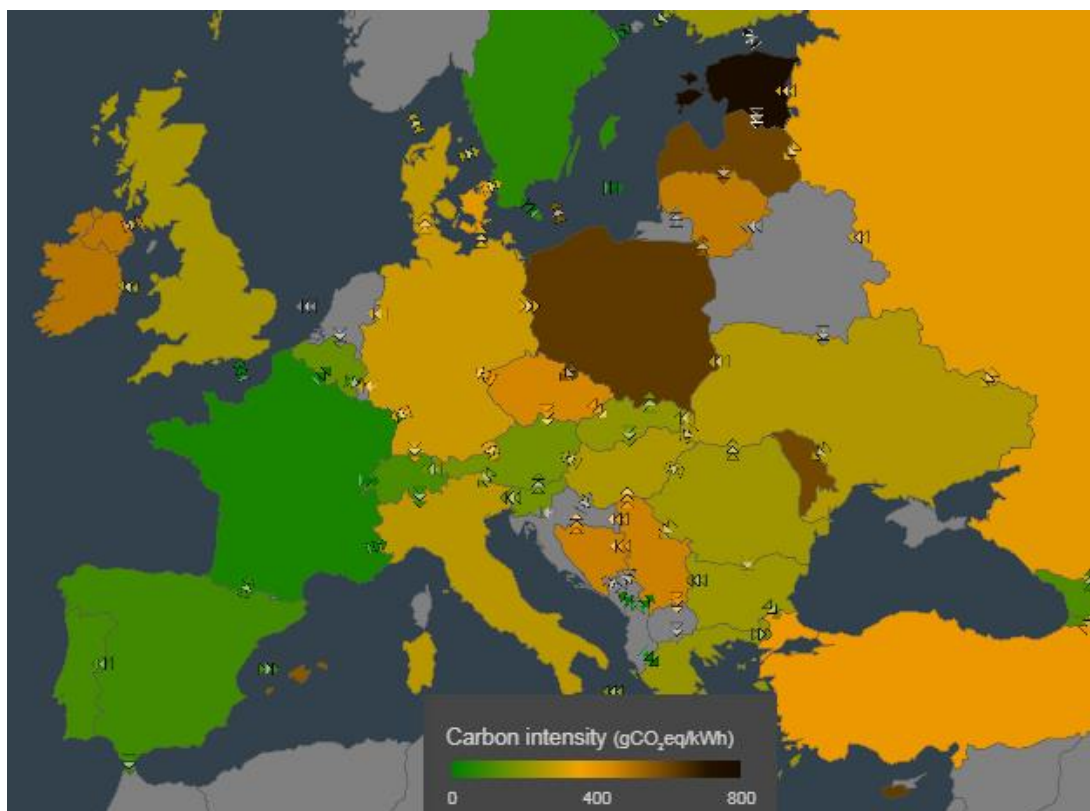
érzékeltetése a cél (World Nuclear Association, 2011), (World Resources Institute 2017)).

1. táblázat: Különböző energiaforrások CO₂ egyenértéke.

Energiaforrás	Tonna CO _{2e} /tonna felhasznált energiaforrás	Tonna CO _{2e} /GWh előállított villamosenergia
Lignit	1,2	1069
Szén	2,2	888
Fűtőolaj	3,2	735
Földgáz	2,8	500

Forrás: saját szerkesztés World Resources Institute 2017 és World Nuclear Association 2011 alapján, 2018

Az egyes országok áramtermelésének CO₂ intenzitása folyamatosan változik a pillanatnyilag működő termelőberendezések függvényében. Egy ilyen pillanatképet mutat az 5. ábra az európai áramtermelésről (Electricitymap 2018):



5. ábra Európai országok áramtermelésének CO₂ intenzitása 2018. március 31-én 17:13-kor.

Forrás: <https://www.electricitymap.org>

A hagyományos energiahordozók közé sorolható a nukleáris energia is. Az atomenergia alkalmazását sok kritika éri a gazdasági - társadalmi - környezeti fenntarthatóság vonatkozásában. A legfontosabb gazdasági kritika az időtávhoz köthető: az atomenergia a legdrágább beruházási költségű technológia, aminek alacsony üzemeltetési költségei ellenére is nagyon hosszú a megtérülési ideje; több évtizedes időtávon pedig nagyon nagy az áramárak előrejelzésének bizonytalansága.

Gazdasági kritikának, valós gazdasági és geopolitikai kockázatnak számíthat a technológia és fűtőanyag szállítók számának korlátozottsága és világhatalmi elhelyezkedése. Társadalmi - környezeti kritikaként az esetleges meghibásodásból, természeti katasztrófából, terrorcselekményből, valamint a kiegészített fűtőelemek emberi léptékkel nem látható elhelyezési időigényéből fakadó háborús és egészségügyi kockázatok merülnek fel.

2.2.2. Megújuló, illetve alternatív energiaforrások

A megújuló energiaforrások elnevezést sok támadást érte már, és sok próbálkozás volt a fogalom alatt értett energiaforrások más megnevezésére (pl. alternatív, megújítható, ki nem merülő, vagy a német nyelvterületről a regeneratív - visszatermelődő szóhasználatok). Mégis időtállóan bizonyult az eredeti fogalom, így jelen dolgozatban elfogadottnak tekintem, hogy a nem fosszilis energiaforrásokból származó energia, így a szél-, nap-, légtermikus, geotermikus, hidrotermikus, valamint az óceánból nyert energia, vízenergia, biomassza, hulladéklerakó helyeken és szennyvíztisztító telepeken keletkező gázok és biogázok energiatartalmának gyűjtőneve a megújuló energia (2009/28/EK Irányelv). A megújuló energiaforrások a köznyelvben a hagyományos (fosszilis és nukleáris) energiaforrások ellentéte és alternatívája sok értelemben: túlhasználatuk, kimerülésük nem lehetséges; használatuk során sokkal kevesebb ÜHG keletkezik; sokkal inkább helyben elérhető; következésképp a környezeti-gazdasági-társadalmi fenntarthatóságot jobban biztosítja, mint a hagyományos energiahordozók.

Biomassza

A megújuló energiaforrások leggyakrabban és legnagyobb mértékben felhasznált - egyben leginkább vitatott - formája a biomassza. Jellemzően biomasszának neveznek minden, biológiai eredetű és biológiailag lebomló állati és növényi eredetű anyagot. Az MTA kiadványa hivatkozik egy EU-s definícióra (MTA, 2010): „a mezőgazdaságból (a növényi és állati eredetű anyagokat is beleértve), erdőgazdálkodásból és a kapcsolódó iparágakból – többek között halászatból és az akvakultúrából – származó, biológiai eredetű termékek, hulladékok és mellékanyagok biológiailag lebontható része, valamint az ipari és települési hulladék biológiailag lebontható része”. Egy más megfogalmazással: „az élővilágban [...] jelen lévő szerves anyagok és élőlények összessége”. Az energetikai szakirodalomban és a gyakorlatban a biomassza két fő csoportja ezeknek a természetes eredetű anyagoknak az állaga szerint kerül szétválasztásra szilárd és folyékony biomasszára. A szilárd biomassza jellemzően a fásszerű növényeket jelöli, míg a folyékony biomassza (már eredménytermékként megnevezve) magában foglalja az állati eredetű biogázokat, a hulladéklerakásból származó depóniagázokat, a szennyvíziszap-hasznosításából származó gázokat, a növényi hulladékok erjesztéséből származó gázokat és a szintén növényi eredetű bioüzemanyagokat. A fásszerű növények, mint szilárd biomassza energetikai hasznosításának legkézenfekvőbb módja a fatüzelés, fűtési és - ipari méretben - villamosenergia termelési célokra. A fahasáb-tüzelés mellett jelentőssé vált a faapríték, vagy fapellet tüzelés is. Ez utóbbi fűtőanyagok tömeg-térfogat aránya kedvezőbb és tüzeléstechnikai hasznosítása sokkal jobban automatizálható a fahasábos fűtésnél.

Biomasszából 2015-ben világszerte 98.170 MW termelő kapacitás 476.957 GWh villamosenergiát állított elő, 4.858 órás kihasználással. A megújuló kapacitások közel 90 százaléka szilárd biomasszára épül. A villamosenergiánál jóval nagyobb

mértékben járul hozzá fűtési célokhoz, azonban erre vonatkozóan inkább becslések érhetőek el, mint mérés alapú statisztikák.

A megújuló energiaforrások közül a biomassza az az energiaforrás, amely a jelenlegi energetikai infrastrukturális rendszerben a legszélesebb körben alkalmas a fosszilis energiahordozók kiváltására, helyettesítésére. Felhasználási lehetőségei adottak mind a fűtés-hűtési, villamosenergia termelési és közlekedési szegmensekben, a fosszilis energiahordozók energiahasznosítási technológiáival. Teljes mértékben ugyanakkor nem képes kiváltani a szén vagy földgázt, tekintve hogy kevésbé homogén szerkezetű és kisebb az energiasűrűsége, emiatt nehezebben szállítható, tárolható, gépesíthető és kevésbé szabályozható az égéshője; fűtőértéke nem éri el az előzőekét, így magas hőmérsékletű ipari technológiáknál nem használható; kereskedelmi szempontból mivel nem áru termék (nem commodity), így nehezebben finanszírozható; rendelkezésre állása korlátos; környezetvédelmi szempontból pedig tüzeléses hasznosítás esetén a szállópor-koncentrációhoz való hozzájárulása teszi vitatottá.

A biomassza alá sorolandó a bioüzemanyag, mint biológiai eredetű, alapvetően közlekedési célú energiahordozó. A bioüzemanyagok szinte világszerte önálló megújuló energetikai ágazatot teremtettek. Használatuk nem újkeletű, sőt, az autógyártás megindulásakor jelentősebb volt, mint a fosszilis üzemanyag: Nicolaus August Otto első motorjainak üzemanyaga az alkohol volt. 1908-ban, Henry Ford a T-modellt benzin és alkohol keverékének használatára tervezte, nagy reményeket fűzve a bioüzemanyagokhoz. 1906-ban az „Otto Gas Engine Works of Philadelphia” németországi anyacégénél tisztán etilalkoholos üzemre volt tervezve az összes előállított motor tíz százaléka, illetve a nehézárművek egyharmada. Ebben az évben 72.000 desztilláló üzem működött Németországban. A mezőgazdaság felkészültsége és a járművek motorjának egyszerű átalakíthatósága Németország számára komoly előnyöket jelentett az I. Világháború idején.

Az ásványolajak árelőnye a világpiacon visszaszorította a kezdeti bioüzemanyagok felhasználását, és az csak a világháborús és olajválságos időkben került ismét előtérbe. Kivételek természetesen akadtak a világ minden tájáról.

A legjelentősebb bioüzemanyag felhasználó Brazília volt: egy tartományában 1919-ben rendelettel szabályozták, hogy minden hivatali gépjárműnek alkohollal kell üzemelnie. Brazília, a hazai alkoholipar fejlesztése, a pénz országon belül tartása érdekében 1931-ben 5%-os alkoholfelhasználásra kötelezte az üzemanyagimportőröket, 1943-ban már 50%-os bekeverési kötelezettség volt, valamint az olajválság hatására 1975-ben meghirdették a Nemzeti Alkohol Programot. Ennek eredményeként gyártásra kerültek E100, azaz csak bioetanolt tartalmazó üzemanyaggal működő gépjárművek, ezek aránya az összes Brazíliában gyártott könnyű járművek arányában a 70%-ot is elérték egyes években. Különböző bekeverési kötelezettségeket követően, 2015-től 27%-os bekeverési kötelezettség van érvényben.

Magyarországon is volt azonban jelentős bioüzemanyag bekeverési kötelezettség, 1929-ben 20%-os etanol bekeverés került előírásra. Olaszországban szintén az 1920-as években 30%-os bekeverés volt életben. (Kovarik, 2008)

Hagyományos vagy első generációs bioüzemanyagnak elsősorban az eredete szerint élelmiszer vagy takarmányozási célú növényekből előállított folyékony energiahordozók számítanak, bár maga a feldolgozás technológiája is olykor az első

generációt jelöli. Az IRENA részletesen bemutatja azokat a szempontokat, amelyek szerint hagyományos illetve fejlett bioüzemanyagokról beszélhetünk (IRENA, 2017):

- Alapanyag szerint: hagyományosnak minősül minden, amely élelmiszer és takarmány (food or feed) céljára hasznosítható. Fejlett pedig minden, ami mezőgazdasági és erdészeti hulladékból, szerves hulladékból, és esetenként nem-élelmiszer vagy nem-takarmány célú energianövényekből származik. Ez a definíció tehát a élelmiszer és takarmány célú potenciális verseny szempontjából közelíti meg a kérdéskört.
- ÜHG-megtakarítás szerint: a magas ÜHG megtakarítással járók fejlettnak, míg az egy bizonyos értéket el nem érők hagyományosnak minősülnek.
- Technológiai érettség: a széleskörben, kereskedelmi méretben alkalmazott technológiák hagyományosak, míg a fejlesztési fázis elején tartó és kísérleti technológiák fejlettek.
- Termék típusa és minősége: minden fejlettnak minősül, ami a benzinhoz és gázolajhoz, jet üzemanyaghoz hasonló és nagymértékben keverhető azokkal, teljesítve bizonyos minőségi követelményeket; a jelenlegi üzemanyag-infrastruktúrával kevésbé kompatibilisek pedig hagyományosnak számítanak.

Európában elsőgenerációs bioüzemanyag alapanyagának számít a benzinbe keverhető bioetanol előállításához használt kukorica, és a gázolajba keverhető biodízel előállításához használt repce és napraforgó. Észak-Amerikában a felhasználói piac sajátosságai miatt elsősorban a kukorica felhasználása jellemző, Dél-Amerikában viszont a mezőgazdasági adottságok miatt, elsősorban a cukornádból és cukorrépából származó bioüzemanyaggyártás jellemző.

A magas cukortartalmú növények (pl. cukornád, cukorrépa) bioüzemanyaggá alakítása egyszerű folyamat, ami élesztőgomba segítségével, erjesztéssel történik levegőtől elzárt környezetben. Ezzel szemben, a keményítő, vagy cellulóz tartalmú növényeket (kukorica, búza, burgonya, vagy fa, fűfélék, gabonaszárak, szalma) szükséges ledarálni, majd a rostok, sejtfalak szétroncsolásával (pl. nagy nyomású főzéssel, gőzöléssel) mikroszkopikus méretűre csökkenteni, és ezután kémiai és biológiai reakciókat gerjeszteni hidrolízissel, vagy enzimes hidrolízissel, hogy a hosszú szénhidrát-láncok glükózzá alakuljanak.

Fejlett, vagy második, harmadik generációs bioüzemanyagok minősülnek a nem élelmiszer- és takarmánycélú növényekből, azaz a mezőgazdasági, erdészeti és más hulladékok, melléktermékek cellulóztartalmának lebontásából származó bioüzemanyagok. (Laczó, 2008)

Az első generációs bioüzemanyagokat számos kritika éri. Legjelentősebb a közvetett földhasználat megváltozás (Indirect Land Use Change) elmélete, amely szerint a bioüzemanyagok piaca ösztönzőleg hat újabb földterületek termelésbe vonására, azaz végeredményben akár erdőirtásokhoz is vezethet a bioüzemanyagok növekvő felhasználása. Szintén sokat hangoztatott érv a bioüzemanyagok ellen, hogy használata az élelmiszer és takarmány árának emelkedéséhez vezet, illetve csökkenti az élelmiszertermelés mennyiségét. A bioüzemanyagok üvegházi gázok kibocsátásának csökkentéséhez való hozzájárulása és annak mértéke szintén vitatott pont. A második, vagy fejlett bioüzemanyagok kapcsán viszont az alapanyagok elérhetősége, a logisztikai és átalakítási ráfordítások környezeti lábnyoma és költségvonzata szokott gyakran megkérdőjeleződni. Mindezek eredményeként javaslatként fogalmazta meg az Európai Bizottság 2016-ban, hogy az élelmiszer- és takarmánycélú növényekből előállított bioüzemanyagok felhasználása folyamatosan csökkentésre kerüljön. (Európai Bizottság, 2016)

Természetesen támogató érvek is felsorakoztathatók a bioüzemanyagok mellett. Mint ahogy látható volt az 1900-as évek elejétől, az olajimport elkerülése, vagy az importfüggőség csökkentése állandó és vitathatan érv maradt a helyi - vagy az ásványolajtermékek származási helyétől eltérő - termelésű bioüzemanyagok mellett. A külkereskedelmi mérleg javítása szintén ide sorolható; részben az országban tartható az amúgy import révén kiáramló pénzmennyiség, másrészt a feldolgozott mezőgazdasági termények magasabb hozzáadott értékkel exportálhatóak, mint a mezőgazdasági termények. Magyarországon az előállított kukorica és búza jó része exportálásra kerül, 2012 és 2016 között a kivitt kukorica mennyisége évenként több mint kettő és közel öt millió tonna között alakult, a búzáé pedig közel másfél és közel három millió tonna között. Repceből szintén jelentős mennyiség, közel 400 ezer és több mint 600 ezer tonna közötti volt az exportérték 2012 és 2016 között (Varga, 2017).

A hazai mezőgazdasági exportképesség mellett a bioüzemanyag-gyártással elérhető a mezőgazdaság erősítése, munkahelyteremtés, kiszámítható átvételi piac teremtése. A Pannonia Ethanol megbízásából készült tanulmány szerint a dunaföldvári üzemük 1300-1500 munkahely teremtését és megtartását szolgálja, 90%-ban a vállalat keretein túl. A gyár ~200 M EUR adóbevételt eredményez, ennek 75%-a közvetett módon keletkezik. A gazdák számára sokkal egyenletesebb felvásárlási lehetőséget biztosítanak (mennyiségben és árban is), mint amit az élelmiszer-és takarmánypiac tudna nyújtani, ennek hatására javulnak a mezőgazdasági termelők hitelfelvételi lehetőségei, ami magasabb, jobb szintű gépesítést, terméshozam-javítást eredményez. A bioetanol melléktermékeként előálló kukoricatörköly (DDGS) kiváló minőségű és tápértékű takarmány, amely szintén értékes bevételi forrást jelent (Major, 2016).

Jelenleg az Európai Unió megújuló energiafelhasználásának 45%-a szilárd biomassza, azaz fa. A biomassza jelenleg megújuló energiaforrásként van elkönyvelve, tekintve hogy egy, vagy néhány emberöltőn belül képes újratermelődni (függően a felhasznált biomassza életkorától, azaz az újratermelődéskorától). A biomassza egyúttal tiszta energiaforrásnak - de legalábbis klímasemlegesnek - minősül, mivel elégetése során csak annyi CO₂-t bocsát ki, mint amennyit élettartama során a fotoszintézis által megkötött. Az égéssel járó egyéb kibocsátások, mint pl. szállópor, NO_x, pedig megfelelő szűrőberendezésekkel kontrollálhatók.

Ugyanakkor a fatüzeléssel kapcsolatban rendszeresen és számos kritika fogalmazódik meg. Egy ilyen kritika az, hogy a növényzet CO₂ megkötési kapacitására nagy szükség volna a jelenben, amit a pótlásként telepített erdők csak a jövőben tudnak biztosítani, azaz az aktuális CO₂ megkötési potenciál csökken a biomassza használata esetén. További kritika, hogy az életciklusként semleges CO₂ kibocsátás a jelenben aktív emisszióként megjelenik, illetve hogy a gyakorlatban megvalósuló égetés tüzeléstechnikai hatásfoka és füstgázzsűrűsége nem elégséges. Az esetleges illegális fakitermeléseket pedig nem feltétlenül pótolja a tervszerű erdőgazdálkodás szerinti erdőtelepítés, azaz akár csökkenhet is az erdők által biztosított CO₂ elnyelési kapacitás.

2017 szeptemberében 190 tudós hívta fel a figyelmet nyílt levélben az erdők védelmének fontosságára. Levelükben hangsúlyozzák, hogy a biomassza nem karbonsemleges, mivel annak elégetése általánosságban több CO₂-t bocsát ki mint a fosszilis energiahordozók, a biomassza alacsonyabb energiasűrűsége és az energetikai átalakítás elégtelen hatásfoka miatt. Az újratermelődéskor szükséglete miatt a korosabb erdők védelmét javasolják (ne lehessen energetikai célra

hasznosítani). Felhívják a figyelmet arra, hogy a fa ipari felhasználása (2017-ben ez 40%-os kihozatali arány, 60% pedig energetikai hasznosításként történik) esetén az élő növényként megkötött CO₂ további évtizedekre megkötve marad bútorfaként, építőanyagként, kiváltva energiaigényes építőanyagokat, mint acél, vagy beton. (Euractiv, 2017a)

Szélenergia

A szélenergia vízi közlekedési és mechanikus célú hasznosítása ezer évekre nyúlik vissza. Kétezret-ötszáz éve áll a mostani Észak-Írán területén egy függőleges tengelyű szélmalom-rendszer (Nashtifan), de szélmalom- emlékek maradtak fent Kr.e. 500 környékéről is, Perzsia területéről (6. ábra; Ancient Origins, 2017).



6. ábra: Nashtifan 2500 éves szélmalma és egy modern, 80 m hosszú turbinalapátú szélerőmű

Forrás: Ancient Origins, 2017 és Cover Images, 2017

A gőzmalmok megjelenéséig Magyarországon több, mint 700 szélmalom működött. Ezek ma is látható emlékei közel kétszáz évesek, ezek már vízszintes tengelyű rendszerek (Kiskundorozsma 1821, Tés 1840, Karcag 1859).

Napjainkban elsődlegesen áramtermelésre, kismértékben mezőgazdasági célú vízszivattyúzásra - illetve továbbra is víziközlekedésre - hasznosul a szélenergia.

Az áramtermelési célú hasznosítás az XIX. század végén indult meg, amikor először James Blyth 1887-ben Skóciában szélkerékkel biztosította akkumulátorok feltöltését. Pár hónappal később Charles F. Brush az amerikai Clevelandben szintén elindította szélerőművét, amely már automata biztonsági fékkel is el volt látva (Science on the streets, 2017).

A mai modern szélerőművi technológia sem újkeletű, Dániában 1897-re datálják a vízszintes tengelyű, 22,8 m széles lapáttal ellátott szélkerék működésének megindulását.

A szélerőművek kezdetben kicsi kapacitással működtek, és csak 1941-ben telepítették az első nagyteljesítményű (1250 kW) szélgenerátort, az egyesült államokbeli Vermontban. (Tóth, 2004)

Tóth (2011) írása alapján a szél erőművek hatásfoka a telepítés helyének és az egymáshoz való elhelyezkedésnek a függvénye. A két tényező két-két alapvető megoldást nyújt: tengeri és szárazföldi, valamint egyedi és csoportos telepítést. A modern szél erőművek fejlődése egyaránt megjelenik az új lapátprofilokban, nagyobb és jobb hatásfokú generátorokban, magasabb tartó oszlopokban, hosszabb szárnylapátokban, új anyagszerkezeti megoldásokban, könnyebb konstrukciókban, hatékonyabb és megbízhatóbb vezérlésekben. A szárazföldi körülmények között a nagyobb energiatartalmú áramlatok csak nagyobb felszín feletti magasságokban fordulnak elő, köszönhetően az itt jellemző úgynevezett másodosztályú szeleknek. Ezért a fejlesztések egy jelentős része az oszlopok magasságának növelésére irányult.

Napjainkra a szélenergiahasznosítás lett az egyik leggyorsabban növekvő megújuló energia technológia, melynek használata világszintű, elsődlegesen a csökkenő árak miatt. A teljes beépített kapacitás az elmúlt húsz évben a hatvanötvenszörösére nőtt, az 1997-es 7,5 GW-ról a 2016-os 487 GW-ra. Számos szárazföldi részen (onshore) vannak további potenciálok, azonban a legjobb lehetőségek tengeri helyszíneken (offshore) találhatóak, óriási lehetőségeket ígérve. A technológia jelentősen fejlődött: 1985-ben egy jellemző szélturbina 0,05 MW kapacitású volt, 15 méteres rotorátmérővel, míg a mai, kereskedelmi forgalomban is elérhető turbinák elérték a 8 MW-os kapacitást, akár 164 méteres rotorátmérővel. Az átlagos kapacitások 2 MW-osak szárazföldi és 3-5 MW-osak tengeri létesítmény esetén. 2015-ben a világszinten beépített 416.072 MW kapacitás 825.779 GWh áramot termelt (1985 óras kihasználtság egy évben).

Napenergia

Sorensen (2004) alapmű könyvében 26 oldalon keresztül csak a napsugárzás különböző fizikai jellemzőit mutatja be, részletesen elemezve mindazon rövidhullámhosszú sugárzásokat (közvetlen, szórt, visszatükrözött), amelyek valamilyen formában hasznosíthatóak. A rövidhullámhosszú napenergia elérhetősége természetesen változó a földrajzi helyek, napszakok és évszakok függvényében, emiatt a megújulókon belül a változó hozamú, vagy időjárásfüggő (variable, intermittent) energiaforrások közé sorolódik.

Magyarországon az éves sugárzás energiatartalma átlagosan 1400 kWh/m² körüli érték. Az éves besugárzási adatok alapján jól kalkulálható a napenergia-hasznosító berendezések várható éves termelése, amely adatokra a beruházási döntések döntő részt már alapozhatóak. A pontosabb időjárás-előrejelzéseknek köszönhetően pedig egyre pontosabb napi termelési előrejelzés is adható, amely a változó hozamú energiatermelők rendszerintegrációja, piaci körülmények között való helytállása (illetve a rendszerszintű szolgáltatásokban való részvételük) szempontjából kulcsfontosságú.

A napenergia hasznosításának - a jelenlegi szóhasználat szerint - passzív módja az emberiség kezdete óta gyakorlat, leglátványosabb példája az épületek olyan tájolása, amely csökkenti a fűtési szükségletet. Az aktív hasznosítás, azaz a napenergia valamilyen berendezéssel történő átalakítása jelenleg két fő csoportra osztható, a termikus és a fotovoltaikus hasznosításra.

Termikus nap

A napenergia aktív termikus hasznosítása az ún. napkollektorokkal történik. A napkollektorok egy sötét elnyelő felület (abszorber) segítségével gyűjtik össze a hőenergiát, amit aztán közvetlenül, vagy közvetve továbbítanak a kívánt felhasználási célra. Jellemzően közvetve, hőközlő folyadék, majd egy hőcserélő

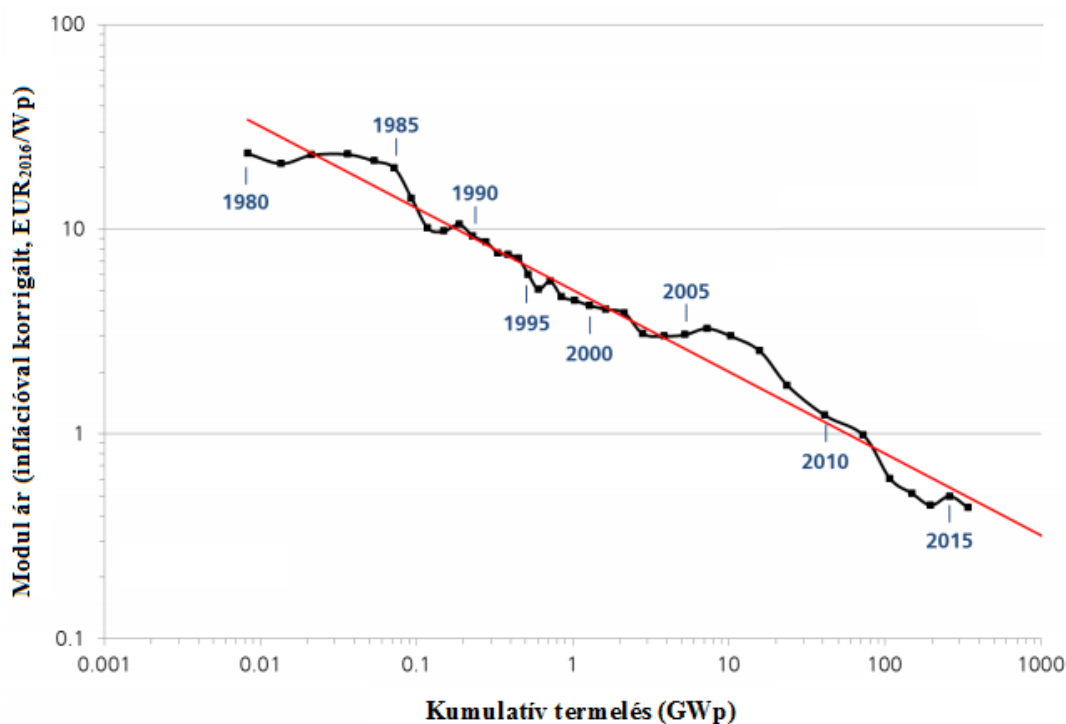
segítségével történik a hasznosítás, de legegyszerűbb napkollektoros rendszerek közvetlenül a használati vizet melegítik, közvetítő folyadék és hőcserélő segítségével nélkül.

A napkollektorok legjellemzőbb felhasználási területe a használati melegvíz előállítás, kisebb mértékben medence- vagy épületfűtési víz melegítésére való rásegítés, mezőgazdasági hőigény részleges kielégítése, és igen korlátozott mértékben ipari melegvíz céljára is hasznosításra kerül. Legnagyobb korlátja az időbeli elérhetőség (időjárásfüggőség) a különböző földrajzi adottságok mellett, további korlátot jelent a tárolhatóság kérdése, az elérhető hőmérséklettartomány, illetve a napkollektoros rendszerek karbantartásigénye. Mivel a lakóépületekhez kötött napenergianyerő-helyek szűkösek, így a napkollektorok és a napelemek (fotovillamos hasznosítás) versenyeznek egymással a telepítési helyszínükért ebben a szegmensben. A napelemes rendszerek árának csökkenése, kisebb belső helyigénye, karbantartásmentessége, az áram univerzálisabb felhasználhatósága az elmúlt időszakban népszerűbbé tette a fotovillamos célú berendezések telepítését, mint a napkollektoros rendszerek kiépítését.

Ritka, nagy területet igényel és költséges a koncentrált napenergia (Concentrated Solar Power, CSP) technológiája, amely tulajdonképpen közvetett módon hőt, és abból villamosenergiát termel, tükrökkel irányítva a nap sugarait egy felhevítendő és ezáltal egy turbinát meghajtandó fluidumra.

Fotovoltaikus nap

A fotovoltaikus napenergia hasznosítás 1954-ben kezdődött az Egyesült Államokbeli Bell Telephone Laboratories intézményben. A szélenergiával együtt a leggyorsabban növekvő megújuló technológiák közé tartozik, többek között a bekerülési költségek nagyon nagy arányú csökkenésének köszönhetően. Az IEA szerint a 2008-as 4 USD/W napelem modulok ára 2012-re 0,8 USD/W-ra esett, és 2035-re 0,3-0,4 USD/W árak várhatóak (IEA, 2014). Az IRENA megerősíti az eddigi áresést, illetve 2015 év végére 0,573 USD/W átlagos modulárral számolt (IRENA, 2017a). A Fraunhofer Intézet a napelemmodulok tanulási görbét 1980 és 2016 között elemezve arra jutott, hogy a kumulatív termelés mindenkorai megduplázása 24%-os költségcsökkenést eredményezett (7. ábra). (FRAUNHOFER, 2018)



7. ábra: A napelemmodulok tanulási árgörbéje.

Forrás: Fraunhofer, 2018

A modulárak csökkenése nem jelenti azt, hogy a teljes napelemes rendszerárak ugyanekkora mértékben lennének alacsonyabbak. A rendszer többi része (inverter, tartószerkezet, kábelezés, szerelési díj) kevésbé árrugalmas, de így is az Irena LCOE számításai alapján 2010 és 2016 között átlagosan egyharmadára estek a fotovoltaikus rendszerek összesített költségei (Irena, 2017b).

A napelemes rendszerek telepítése egyszerű, az üzemeltetés és karbantartás - más erőművekhez képest - gyakorlatilag nem jelent feladatot, és a technológia a lakossági méretekeltől az erőművi projektekig, széleskörű alkalmazási lehetőségeket kínál.

Az EU-ban 2000-ben indult meg a hasznosítása, 2015-re 94,9 GW teljesítmény került letelepítésre. Világszinten 2015-ben 224.684 MW 253.595 GWh-t állított elő (1129 hasznos éves óraszám).

Vízenergia

A víz mozgási energiájának hasznosítása nem újszerű, a vízi szállítással és a malmok működésével végigkísérte az emberiség történelmét. Ebben a részben - összhangban a szakirodalomban használt fogalmakkal - a víznek csak a mozgási energiája kerül tárgyalásra, mivel a víz hőenergiája a környezeti energiaforrások közé sorolódik (jellemzően közvetett, hőszivattyús hasznosítással).

(A víz hűtési energiájának hasznosítása nem szerepel a statisztikai sorokban, noha annak energiataralma jelentős mértékű, pl. a Paksi Atomerőmű technológiai vizének visszahűtése a Duna vizével történik. Paks esetén a direkt hűtéssel járó hőcsere, hűtés olyan mértékű, hogy a hűtővíz a bemeneti hőmérséklethez képest 9-12 °C-kal melegebben lép ki az erőműből.)

Napjainkban a víz mozgási energiájának áramtermelési célú hasznosítása tartozik a megújuló energiaforrások meghatározó részéhez. Magyarországon nem újkeletű,

először 1906-ban Bárczay Gábor épített vízerőművet a Hernád folyóra, elsődlegesen a saját birtoka áramellátása céljából. (ALTEO, 2018)

A hagyományos vízerőművek természetes vízfolyások felduzzasztásával nyernek kiszámítható és elégséges mennyiségű vízhozamokat. A duzzasztómű, turbinaház, valamint a villamos rendszer kiépítését követően minimális karbantartás mellett tudnak működni, a vízhozam függvénye szerinti termeléssel, jó éves órákihasználtsággal.

A vízenergia hasznosítása érdekében szükséges építési tevékenységek környezeti következményei miatt komoly jogi feltételei vannak a vízerőművek építésének. A folyóvizek medrébe telepíthető, kisebb kapacitású turbinák kevesebb környezeti beavatkozást eredményeznek, de ténylegesen kinyerhető energiahozamuk is elmarad a hagyományos vízerőművek termelésétől.

A természetes vízfolyások mozgási energiájának hasznosítása mellett egyre nagyobb szerepe van a szivattyús-tározós vízerőműveknek. A szivattyús-tározós vízerőművek energetikai szerepe az eltérő időpontban megjelenő áramkereslet és kínálat közötti egyensúly megteremtése. A magaslati víztározóba túlkínálati időszakban, alacsony áramárak idején szivattyúzzák fel a vizet, amit aztán áramtermelő turbinákon keresztül engednek vissza a túlkereslet, és azzal együtt járó magasabb árak idején. A vízenergia ilyen irányú hasznosítása a villamosenergia-rendszer egyensúlya biztosítása céljából indokolt, azonban nem számít megújuló energia hasznosításnak.¹

A vízenergia beépített kapacitása 2015-ben világszinten 1098 GW volt, amely 3.898.981 GWh-t állított elő (3550 órás kihasználtság / év). Ezzel a vízenergia járul hozzá a legnagyobb mértékben a világ megújuló villamosenergia használatához, mintegy 70%-os részesedéssel. Az EU-ban szintén a vízenergia a legnagyobb megújulás technológia, bár 38,4%-os részarányát már megközelítette a szélenergia felhasználási aránya (31,3%). Magyarországon viszont a vízenergia csak 8%-ban járul hozzá a teljes megújuló energia alapú áramtermeléshez.

Az óceánenergia hasznosítás kapacitása világszinten nem jelentős, 2015-ben összesen 533,2 MW telepített berendezés 963,1 GWh áramot állított elő (1806 órás kihasználtság).

Geotermia

A föld hőmérséklete a mélységgel összefüggésben növekszik, világátlagban 25-30 °C/km mértékben. A magyar geotermikus gradiens közel másfélszerese a világátlagnak.

A földhő hagyományos hasznosítása a mélységi rezervoárookban található, magas hőmérsékletű víz felhozásával történik. A geotermia hasznosítását nehezíti, hogy gyakran kezelendő kísérőgázok is felszínre kerülnek a vízzel, illetve a víz ásványi anyag tartalma speciális tisztítást, vagy berendezéseket igényel. Környezetvédelmi kérdés a kinyert víz hőelvételt követő elhelyezése, amely szükség szerint visszasajtolandó a vízáadó rétegbe, vagy tisztítás után engedélyezhető az elfolytatása.

Az alacsony kockázattal elérhető geotermális hőmérsékletszintek miatt a földhő fűtőközegként való hasznosítása a leggyakoribb.

¹ Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve, preambulumban (30) pont: „... a korábban felszivattyúzott vizet használó duzzasztótároló-egységek által előállított villamos energia nem tekintendő megújuló energiaforrásból előállított villamos energiának.”

A villamosenergia előállítására alkalmas hőmérsékletű víz felszínre hozásához még a kiváló geotermális adottságú Magyarországon is olyan mértékű és kockázatos beruházások szükségesek, amelyek finanszírozási lehetőségei korlátozottak.

A rezervoárok vízkészletének hasznosítására alternatíva a szilárd kőzetekben mesterséges tározók létrehozása, amelyek zárt rendszerként működhetnek egy hőközlő közeg lesajtolásával és az általa felhozott hő hasznosításával. A technológia tehát lényegében a talajszondás hőszivattyús rendszerek elvén működik, csak a szondák szerepét a kőzetben serkentett, nyírt, vagy repesztett tározó tölti be. A technológia neve Enhanced Geothermal System (EGS), vagyis Fejlesztett Geotermális Rendszer.

Magyarországon a mélységi geotermia hasznosítása (2500 m alatt) pályázati úton elnyerhető koncessziós joghoz kötött. Mind a hagyományos, mind az EGS technológiára van kísérlet Magyarországon: hagyományos módon a turai Turawell projekt már megvalósult 3 MW villamos és 7 MW hőteljesítménnyel (koncessziós mélységet nem érint), a jászberényi CEGE projekt koncessziós területen épül (tervezett kapacitás: 2,5 MWe és 14,9 MWth), és szintén koncessziós területen folyik Battonyán az Eu-Fire Kft. EGS projektjének megvalósítása.

A világszerte összesen megépült áramtermelő geotermikus kapacitás 12.647 MW volt 2015-ben, 80.906 GWh-t termelve (éves kihasználtság: 6882 óra).

Környezeti hő

A környezeti hőenergia hasznosítása legjellemzőbben a hőszivattyús technológia segítségével lehetséges². A hőszivattyús berendezések a környezetben található hőforrások - így a levegő, talajfelszín, víz - energiatartalmát tudják hasznosítani, villamosenergia és egy zárt rendszerben köröző segédgáz közreműködésével.

A hőszivattyús technológia fejlődésében nagy szerepet játszott Heller László, aki elsőként használt hőszivattyút 1938-ban, a zürichi városháza hőellátását biztosítva a Limat folyó hőenergiatartalma felhasználásával. Heller 1948-ban doktorált a kompresszoros hőszivattyú és annak gazdaságossága témájában, és egyebekben az ő nevéhez (illetve munkatársa, Forgó László nevéhez) köthető a hőerőművek világszerte ismert, jellegzetes hűtőtornyának alkalmazása is.

Hőszivattyúkkal a segédgáz halmazállapotának változtatására használt kompresszor és a környezeti hőenergia beszívattyúzására használt villamos energia háromnégyszerese nyerhető ki hőenergia formájában. A rendszer hatékonysága függ mind a bemeneti, mind a kimeneti feltételektől. A talajban vízszintesen vagy függőlegesen elhelyezett szondák stabil, állandó, viszonylag magas bemeneti hőmérsékletet tudnak hasznosítani a levegőhöz és vízhez képest. A kimeneti oldalon jellemzően vizes hőleadó rendszerek működnek (radiátor, padlófűtés, falfűtés) a rendszer összhatásfokát nagyban befolyásolja ezek hőigénye (a felületfűtések alacsonyabb hőközlőközeg-hőmérséklet mellett tudják biztosítani ugyanazt a kívánt helyiséghőmérsékletet, mint a radiátoros rendszerek). A hőszivattyús rendszerek egyik előnye, hogy ugyanaz a készülék a téli fűtés és használati melegvíz előállítás

² A vízenergiánál említett módon, a levegő hasznosítása sem teljes mértékben kerül bele a megújuló energia felhasználásának statisztikai soraiba. Jó példa erre az erőművi levegős-hűtőtornyok rendszere. A "Heller-Forgó-féle légekondenzációs berendezés"-ekben levegővel végrehajtott visszahűtés energiatartalma jelentős, ez a környezeti hő „légtermikus” energiaként elszámolható volna.

mellett, nyári időszakban hűteni is tud. A hőszivattyús rendszerek a pl. Magyarországon alkalmazott kedvezményes hőszivattyús áramtarifa mellett kedvezőbb üzemeltetési költségeket biztosítanak, mint a földgáz-alapú rendszerek, hűtés használatával tovább javul az üzemköltség. Hátránya a viszonylag magas beruházási költség és az, hogy mivel a zárt rendszerben használt segédgáz üvegházhatású, kötelező annak rendszeres szivárgásvizsgálata. Fizikai korlátot jelent - elsősorban a levegő és víz esetén - a környezeti hő változó energiataralma, amely befolyásolja a hatékonyan előállítható végső energia hőmérsékletét és mennyiségét.

A hőszivattyús rendszerek leggyakoribb alkalmazási területe épületek hőellátása, kifejezetten a családi házas szegmens, azonban egyre több közületi, társasházi, kereskedelmi és ipari felhasználással is lehet találkozni. Magyarországi közületi példák az Országház látogatóközpontja (Duna-víz), a MOM Kulturális Központ (csatornahő), irodaépületi példa a Telenor székház.

Különlegesség, hogy legújabbán az autóipar is elkezdte a hőszivattyúk hasznosítását, ahol az akkumulátorkapacitások korlátozottsága miatt az elektromos autók légterének fűtése-hűtése céljából nyert létjogosultságot a technológia (a belső égésű motorok hulladékhője miatt ott nincs szükség a hőszivattyús technológiára). (A nagyobb légterű elektromos járművek, így az elektromos buszok fűtése-hűtése kiemelkedő feladat, amit egyes gyártók mind környezetvédelmileg, mind technológiailag kritizálható módon olajkályhával oldottak meg, a hőszivattyús technológia lényegesen javíthat ezen a helyzeten.)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Disszertációm alapvető módszere a szakirodalmi feldolgozás, azaz a versenyképesség és megújuló energiaforrások témájában elérhető anyagok nemzetközi és hazai irodalmának feldolgozása. Az irodalmi feldolgozás bemutatja és rendszerbe foglalja a legismertebb szakemberek és szervezetek különböző megközelítéseit a versenyképességre vonatkozóan, és több szempontból ismerteti a megújuló energiaforrásokat. A keresett szakirodalmak jellemzően nemzetközi anyagok. Ennek elsődleges okai, hogy a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos irodalom nagyon gyorsan frissül a technológia fejlődésével és a nemzetközi piaci viszonyok alakulásával, azaz a legátfogóbb és legfrissebb adatok, statisztikák és megállapítások a nemzetközi szakirodalomban jobban fellelhetők, mint a hazaiak. A legjelentősebb versenyképességi kutatások szintén elsősorban a nemzetközi szinten zajlanak, emiatt e témában is elsődlegesen a nemzetközi szakirodalmat tanulmányoztam. (A hazai szerzők a nemzetközi szerzőkre való hivatkozásoknál sokszor nem az eredeti szerzőt, hanem egy-egy másik hazai szerző értelmezését tolmácsolják, emiatt torzulnak az információk - ennek okán szintén az eredeti szerzők anyagai megismerését helyeztem előtérbe.)

A kutatás során alkalmazott másik fő módszer a versenyképességi rangsorok szekunder adatainak gyűjtése, azok összegzése, elemzése. Szintén szekunder adatok, statisztikák alapján kerül bemutatásra az energetikai összefüggésrendszer, részletesen kitérve az Európai Unió megújuló energia terén elért eredményeire, trendjeire, összehasonlító elemzéseket alkalmazva.

Elsősorban az Eurostat és a Világbank idősoros adataira támaszkodva, korrelációs és szignifikanciavizsgálatot végeztem, valamint főkomponens-elemzést és klaszteranalízist folytattam az Európai Unió 28 tagállamának gazdasági és megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos teljesítményére vonatkozóan.

Végül célom - a hipotézisekkel összhangban - hogy a megújuló energia és a nemzeti versenyképesség összefüggéseinek minél mélyrehatóbb feltárása által hozzájáruljak ahhoz, hogy a nemzeti versenyképességet alakító tényezők sokkal hatékonyabban azonosításra, elfogadásra és fejlesztésre kerülhessenek, és ezzel a jelenben - akár nagyobb erőfeszítések árán is - tehesünk életminőségünk fenntarthatóságáért.

4. EREDMÉNYEK

4.1. A nemzeti versenyképesség fogalmának fejlődése

Az alábbiakban a nemzeti versenyképesség különböző elméleti megközelítései, a fogalom értelmezésének alakulása kerül bemutatásra, ezzel egyrészt erősítve, hogy indokolt és szükséges a versenyképességet nemzeti szinten is értelmezni, másrészt igazolva azt, hogy az aktuális gazdasági-politikai környezet függvényében változik a versenyképesség értelmezésének tartalma.

A szakirodalom a versenyképesség alapjának és céljának alapvetően a termelési tényezőkhöz való hozzájutást, azok hatékony, termelékeny hasznosítását, illetve az előállított javak minél szélesebb vevőkörhöz, jellemzően külficra juttatását tartja. A közgazdaságtan fejlődésével ezekre az alapokra egyre több egyéb szempont épült rá. A következőkben aszerint törekszem az egyes szerzők megközelítéseit csoportosítani, hogy a nemzeti versenyképesség fogalma kapcsán mit tartottak kiemelten hangsúlyosnak.

4.1.1. Termelési tényezők, termelékenység, exportértékesítés

A legtöbb forrás Adam Smith-hez köti a versenyképesség közgazdasági fogalmának megjelenését, bár ő még nem ezt a szót használta a jelenség leírására. Adam Smith szerint az adott terméket legolcsóbban előállító ország abszolút előnyt élvez a világpiacon a terméke exportértékesítésével.

David Ricardo hasznosabbnak vélte az abszolút előnyök helyett a komparatív előnyökre helyezni hangsúlyt: értelmezése szerint a piaci erők a relatív legtermelékenyebb iparágakba rendezik az ország erőforrásait. Azaz nem kizárt, hogy egy ország akár az alacsony termelési költségű javait importálja, mivel más termékekben viszont sokkal hatékonyabb tud lenni más országoknál. Ricardo szerint az egyes országok munkaerő-termelékenységében vannak jelentős különbségek, amelyek az általános termelékenységre döntően befolyással vannak.

A komparatív előnyök tanát Heckscher és Ohlin finomította tovább, a termelési tényezők (föld, munkaerő, természeti erőforrások, tőke) különbözőségeire, mint a komparatív előnyöket, a termelékenységet meghatározó tényezőkre összpontosítva.

A nemzeti versenyképesség fogalmában a termelékenységet állítja középpontba az OECD, a World Economic Forum (WEF) szervezet kutatásain keresztül (Schwab, 2016).

A versenyképesség nemzeti szintű értelmezése során a Harvard Business School versenyképességgel foglalkozó intézete így fogalmaz: „Egy nemzet boldogulása a nemzet versenyképességétől függ, ami a termékek és szolgáltatások előállításának termelékenységén alapszik.” A prosperáló gazdaságnak szükséges, de nem elégséges feltételei a makroökonómiai hatások, politikai és jogi intézmények. A versenyképesség - a termelékenység - gyökerei a nemzeti mikroökonómiai egységek, azaz a vállalatok működésében, stratégiájában - és a gazdasági versenynek helyet adó mikrogazdasági üzleti környezetben keresendők. (Harvard Business School, 2017)

Chikán (1995) szemlélete szerint a versenyképesség célja a nemzetközi kereskedelem követelményeinek megfelelő termékek létrehozása, termelése, elosztása olyan módon, hogy a saját termelési tényezők hozadéka közben

növekedjen. A versenyképes vállalat jellemzője, hogy ehhez a nemzetgazdasági versenyképességhez képes hozzájárulni.

Porter kutatásait először az ipari verseny természetére, a vállalati erőforrásokra és használatukra, a vállalatok nemzetközi versenyére vonatkozóan végezte, majd az 1990-ben megjelent *The Competitive Advantage of Nations* című könyvében vette górcső alá, hogy mi az a kormányok által létrehozott nemzeti keretrendszer, amely befolyásolja a vállalatok - és ezen keresztül a nemzetek - nemzetközi versenyképességét (Porter, 1990). Porter következtetései alapján a versenyelőny eléréséhez vagy alacsony költségek, vagy megkülönböztetett termékek szükségesek, azonban a versenyelőny megtartásához ezek már kevesek, sokkal inkább magasabb minőségű termékek és szolgáltatások, vagy hatékonyabb termelés szükséges. Az iparági versenyképességből kiindulva fogalmaz meg következtetéseket az ország versenyképességére vonatkozóan. A szűkösséget innovációra való készletként, versenyelőnyként értelmezi.

Porter konklúziója az, hogy a globalizációval, a technológiai váltással, az élők munkai igény csökkenésével, a munkaerő és más termelési tényezők szabad áramlásával a korábbi statikus komparatív előnyök már nem értelmezhetők, így új megközelítés szükséges. Porter kérdésfeltevése tehát az, hogy bizonyos ágazatokban hogyan jutnak nemzetközi eredményre meghatározott országok vállalatai? Azaz, mi az a különleges jellemzője egy nemzetnek, országnak, ami alkalmassá teszi a vállalatait a nemzetközi versenyelőny elérésére és megtartására? Mi az a technológiai, gondolkodási, kulturális, képzettségi sajátossága, környezete egy-egy országnak vagy azon belül egy régióknak, ami kulcstényezőként meghatározó tud lenni a versenyképes vállalatok születésében?

Végeredményben Porter is a nemzetközi kereskedelmen, exporton keresztül látja az adott ország, illetve annak ipara sikerét. A nemzeti versenyelőny, versenyképesség tárgyalásánál az alábbiak szerint mutatja be a kérdéskör addigi értelmezési módjait és azok kritikáját a könyvében vizsgált tíz ország vonatkozásában.

- Makroökonómiai jelenség: az árfolyamszintek, kamatszintek, költségvetési hiány határozzák meg a nemzeti versenyképességet. Ennek ellentmond az, hogy gyorsan növekvő életminőséget tudott biztosítani költségvetési hiánya ellenére Japán, Olaszország, Dél-Korea, pénzeszközének erős árfolyama ellenére Németország, Svájc, valamint magas kamatszint mellett Olaszország és Dél-Korea.
- Az olcsó és elégséges munkaerő biztosítja a nemzeti versenyképességet: a német, svájci, svéd példák mutatják ennek ellenkezőjét magas bérek és munkaerőhiány mellett is. Japánt pont az erősítette meg, hogy a magas bérek és munkaerőhiány miatt robotizációba kezdett és vált világszinten az automatizált gyártás vezetőjévé.
- Bőséges természeti erőforrások: az akkori legsikeresebb exportáló országok egyike sem bővelkedik természeti erőforrásokban (Németország, Japán, Svájc, Olaszország, Dél-Korea), mindegyike erős nyersanyag-importra szorult e tekintetben.
- A kormányzati politika a versenyképesség legfőbb támogatója a protekcionizmus, exportösztönzés, pénzügyi támogatások eszközein keresztül. Sok olyan példa található, ahol ez igaznak bizonyult, ugyanakkor általánosságban Porter több országot elemezve úgy véli, hogy a nagyon erős kormányzati támogatással fejlesztett iparágak legtöbbje a nemzetközi versenyben kudarcot vallott (1990; pp. 4). Porter szerint a kormányzat

csakugyan fontos szereplője a nemzetközi versenynek, de ritkán övé a főszerep.

- A management-technikák különbözősége: Az 1950-es és 1960-as években az amerikai, az 1980-as években a japán management módszerek váltak felkapottá, mint úttörő megoldások. Ugyanakkor Porter szerint az iparágak rendkívül sokfélesége nem teszi lehetővé egy univerzális management módszer alkalmazását.

A kérdés feldolgozásánál Porter tehát alapvetően a termelékenységre, termelékenység növekedésére helyezi a hangsúlyt, amelyek speciális iparágakban jelennek meg. Ilyen példa a német prémium-autógyártás exportja, a japán gyártástechnológia, vagy az olasz bőrtermékek gyártása.

Atkinson kísérletet tesz a versenyképesség, innováció és termelékenység fogalmainak szétválasztására. Az innovációt mind a termelékenységhez, mind a versenyképességhez szükségesnek véli. A gazdasági növekedés általános feltételének tartja a termelékenységet, speciálisan pedig a foglalkoztatás növekedése, az általános termelékenység és a magasan termelékeny iparágak növekedése határozza meg a gazdasági növekedést. Versenyképesnek pedig azt a gazdaságot gondolja, amely külkereskedelmi többleter ér el kevés importkorlát és korlátozott exportösztönzés esetén is (Atkinson, 2013).

4.1.2. Változó termelési tényezők

Más szerzők mellett érvelnek, hogy a versenyképesség tényezői változnak, a versenyképesség alapjait szükséges felismerni.

Graham - többek között - már arra vonatkozóan is írt, hogy mely termelési tényezők azok, amelyek nem feltétlenül biztosítják a hosszútávú előnyöket. 1948-ban megjelent könyvében arra hívta fel a figyelmet, hogy a hagyományosan anyagi, ásványi erőforrásokkal való verseny nem fenntartható. (in: Szentés, 2005) Fokozódó hátrányt, lemaradást jelent, amennyiben egy ország csökkenő hozadékú ágazatokra specializálódik, míg más országok növekvő hozadékú ágazatokban fejlesztenek. Álláspontja szerint a nyersanyag-termelésre szakosodott országok külkereskedelmi cserearányai romlanak, mivel a kimerülő erőforrások korlátozottsága miatt kevesebb lehetőség van a termelés mennyiségének növelésével költség-megtakarítás elérésére, azaz a belső gazdaságosság rendszeres fokozására.

Clugston értelmezésében a modern ipari társadalmak nem megújuló erőforrásoktól való függősége óriási mértékű, az emberiség legnagyobb próbatételei egyikeként nevesíti ezen erőforrások kimerülését (függetlenül attól, hogy ennek időpontja régóta vitatott kérdés) (Clugston, 2013). A modern iparosodott társadalmak léte a természeti erőforrásoknak köszönhető, viszont az erőforrások jelenlegi szintű használata a készletek oly mértékű kimerülését eredményezi, hogy a folyamatos növekedésre alapozott világnézet fenntarthatósága nem biztosított.

Clugston gondolatához kapcsolódik, ugyanakkor azon túl is mutat az a Nemzetközi Energiaügynökség által is figyelembe vett elmélet, miszerint a nem megújuló természeti erőforrások termelésével vagy használatával versenyző nemzetgazdaságok már az erőforrások kimerülése előtt szembesülhetnek olyan jelenségekkel, amelyek korlátozhatják eredményeiket. Ilyen jelenség lehet a "stranded assets" problémakör, amely értelmében a klímapolitikai vállalások miatt ténylegesen nem lehet teljes egészében felhasználni a rendelkezésre álló fizikai erőforrásokat. (IEA, 2013a)

A fosszilis energiaforrásokra, mint fenntarthatatlan termelési tényezőkre épülő világgazdaság problémájára világít rá Bogár - Vass (2014): „... a Nyugat globális hatalmi rendszerének egyik döntő pillére az, hogy létrehozta a „műszaki-mechanikai evolúció” komplexumát, és ennek segítségével megtanulta a fosszilis energiaforrásokkal való rablógazdálkodást. Ennek megtanulása nélkül a nyugatias modernitás globális rendszere semmiképpen nem jöhetett volna létre.” Ennek hatására a természetes „szénkörczés” folyamata (a légkör szén-dioxid tartalmát a növények kivonják és a földkéregbe süllyedve rögzítik azt) egymilliószorosára gyorsítása zajlik jelenleg, ami egyértelműen fenntarthatatlan.

Czakó általánosságban ír a változó termelési tényezőkről. Álláspontja szerint a változó nemzetközi környezethez való alkalmazkodás mértéke határozza meg a versenyképességet (Czakó, 2000). Vámos a nemzeti jövedelem jövőbeli alakulása vonatkozásában látja szükségesnek megvizsgálni az azt befolyásolni képes - akár változó - tényezőket (Varga, 2014).

4.1.3. Életminőség, életszínvonal

Az Európai Beruházási Bank 2016-os jelentése a gazdasági jólétet helyezi a versenyképesség központjába. Ennek elérését ugyanakkor egy összetett modell támogatja: strukturális reformok, beruházási korlátok lebontása és az EU belső piacának integrációja teszi lehetővé a szükséges körülményeket (intézményi-piaci, humántőke, stratégiai infrastruktúra, pénzügyi szektor) és a változási képességeket (vállalati és gazdasági szinten az innováción és az üzleti dinamimuson keresztül). Mindezek megléte járul hozzá a termelékenység, kereskedelem, foglalkoztatás, felzárkózás eszközein keresztül a gazdasági jóléthez. (EIB, 2016)

Szalavetz (2004) szerint “a növekedés révén elért életszínvonal- és életminőség-emelkedés” céljával lehet és kell vizsgálni nemzeti szinten a versenyképességet. A versenyképesség növelésében a nemzetgazdaság intézményeinek fontos szerepe lehet, mivel azok piaci kudarcokat mérsékelnek, az erőforrások használatát pedig optimalizálják. Ugyanakkor a szigorúan vett verseny nem a nemzetek között értendő, hanem a vállalkozások között – ezt a környezetet tudják a nemzetgazdaság különböző intézményei befolyásolni. Más szerzőkhöz hasonlóan, Szalavetznél is megjelenik az exportértékesítés (és az export összetételének) fontossága, emellett viszont kiemelt szerepet kap a működőtőke-vonzási képesség is a nemzeti versenyképesség szempontjából (melynek jelentősége az, hogy ez a nemzetközi tényezőáramlás egyik olyan mobil tényezője, révén a nemzetgazdaság a nem-mobil termelési tényezőinek jövedelmezőségét és versenyképességét emelni tudja).

4.1.4. Fenntartható versenyképesség

A versenyképesség fenntarthatóságának kérdése az elmúlt évtizedekben kezdett fontossá válni a szakirodalomban. Az Európai Bizottság 2000-ben már kiemelte a fenntarthatóság fontosságát. Aiginger-Landesmann (2002) is beemeli az értelmezésbe az időperiódust, azaz a vizsgált időszakra vonatkozóan a kiindulási és befejező időpont közötti fejlődés fenntarthatóságát. Chikán, illetve az általa vezetett Versenyképesség Kutató Központ definíciójára is változott, gazdagodott. 2004-es meghatározásuk szerint a nemzetgazdaság versenyképessége az, hogy „egy nemzetgazdaság úgy tud létrehozni, felhasználni, illetve a globális verseny keretei

között értékesíteni termékeket és szolgáltatásokat, hogy közben saját termelési tényezőinek hozadéka, s ezzel párhuzamosan állampolgárainak jóléte fenntartható módon növekszik. Ezen versenyképesség feltétele az erőforrások termelékenység-növekedésének elősegítése a vállalatok és más intézmények hatékonyságának növekedését biztosító feltételek folyamatos fenntartása útján.” (Czakó, 2004). Chikán 1995-ös definíciója bővült a globális verseny mint versenyképességi szintér beemelésével (globális verseny), valamint a versenyképesség céljának és időhorizontjának megfogalmazásával is (fenntartható növelése a termelési tényezők hozadékának és az állampolgárok jólétének).

Rosselet-Mc Cauley 2011-ben az erőforrások megfelelő hasznosításához kötötte a versenyképességet, ugyanakkor annak fenntarthatóságát, mint az emberek életszínvonalának és életminőségének folyamatos javítását fogalmazta meg végső célként (Csath, 2014).

Csath műveiben alapvetően a tudásalapú versenyképesség és a teljes tényezős termelékenységen alapuló gazdasági növekedés kerül kiemelésre (2014), ugyanakkor a diverzifikáció, termékstruktúra-váltás is fontos terület (az olcsó munkaerőt és természeti erőforrásokat kizsákmányoló politikákkal szemben). (Csath, 2015)

A fenntartható fejlődés gondolatköre felöleli mind a versenyképesség, mind a környezet fenntarthatóságát a World Economic Forum értelmezésében. A fenntartható fejlődést, egy 1987-es definíciója alapján, a jelen fejlődési igényeinek kielégítéseként határozza meg, amely fejlődés nem korlátozza a jövő generációk igényeinek kielégítését. Ehhez képest, a fenntartható versenyképesség fogalmának meghatározása jóval bővebb: intézmények, politikák, tényezők, amelyek egy nemzetet termelékenyvé tesznek hosszabb időtávon, a társadalmi és környezeti fenntarthatóság biztosítása mellett. A társadalmi fenntarthatóságot a lehető legjobb egészségi, részvételi és biztonsági feltételek biztosításához köti, amelyhez a társadalom tagja a legnagyobb mértékben hozzájárulnak, valamint annak előnyeit élvezik is. A környezeti fenntarthatóság pedig az erőforrások olyan hatékony használata, amely biztosítja a jelen és jövő generációk megfelelő életminőségét.

A WEF többek között az alábbi szempontok szerint kapcsolja össze a környezeti fenntarthatóság és a versenyképesség fogalmait (WEF, 2015):

- A természeti erőforrások hatékony használata: A kimeríthető nyersanyagok hatékony kezelése és a megújuló energiaforrások felhasználása - azok újratermelésének mértékéig - szükséges a termelési költségek csökkentéséhez, a szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentéséhez és a jövő generációinak szintén elegendő mennyiségű erőforrás biztosításához.
- Széndioxid csökkentés: a klímaváltozás globális probléma, de az egyes országokra és vállalatokra vonatkozó hatásai jelentősek. Noha nemzetközi együttműködésre van szükség a globális kibocsátás csökkentéséhez, a dekarbonizációs üzleti gyakorlatoknak jó hatása lehet a hosszútávú versenyképességre.

4.1.5. Összetett értelmezések

Széchenyi, ismerve az angol klasszikus közgazdasági szerzőket, szintén foglalkozott a nemzetgazdaságok fejlődési korlátaival és lehetőségeivel. Hitel című művében az akkori gazdaságfejlesztés akadályait vette sorra. (Széchenyi, 1830) Legjelentősebb tétele természetesen a forráshoz jutás korlátainak lebontása, a hitelezés megteremtése volt, azonban az ország gazdasági előbbre jutása tekintetében kiemelten fontosnak tartotta a nemzetközi kereskedelem fejlesztését is.

Bár most kiváló logisztikai központnak minősül Magyarország a központi fekvése miatt, földrajzi adottságaink akkoriban a nemzetközi kereskedelem egyik korlátját jelentették. Fiume hajótörés-veszélyes kikötőnek számított, Bukkari a Bora miatt nem volt alkalmas az állandó behajózásra („... olly dühhel rohan a’ tenger mélyének, hogy onnan a’ hajó sokszor se ki se be nem mehet”). Porto Re pedig egyéb hátrányai mellett édesvízzel nem rendelkezett. A Duna sem tartozott megfelelő közlekedési útvonalnak: „Dunánknak se vehetjük nagy hasznát, mert miránk nézve visszásan foly, kedvünkért megfordulni nem fog, torkolatjánál pedig nem mienk, hanem másé!” (110-111. o.)

A természeti tőkék előnyei vagy hátrányai túlértékelése helyett a kreatív humán tőkére hívta fel a figyelmet: „Szinte mindenütt állithatni elő életjavait ’s kellemeit, ’s ezek megnyerése nem annyira éghajlattul, földtül ’s a. t. függ, mint a’ lakosok nagyobb vagy kisebb ügyességétül.” „Mindenen diadalmaskodik a’ férfiúi érett ész, eltökélt állhatatos akarat és szorgalmas munkásság; ezek virágoztatnak, gyümölcsöztetnek jegek közt is plántát, midőn a’ tudatlan és rest még Utopiában is éhen halna.” (113. o.) „Semmi sem emelheti fel anyaföldünket, csak agyvelőnk ’s kezeink...” (114. o.)

A „Mit kell tenni” fejezetből (153-219. o.): „A’ tudományos emberfő mennyisége a’ nemzet igazi hatalma.” (178. o.) „Nem termékeny lapály, hegyek, ásványok, éghajlat ’s a’ t. teszik a’ közérőt, hanem az ész, melly azokat józanon használni tudja.” (178. o.)

A minél több, hosszú, egymásra épülő és értékes értékláncok elérése mellett is érvelt. A nyersanyagok, termények, egyszerű termékek helyett a magasabb feldolgozottsági szintű, magasabb értékű termékekkel való kereskedelem, illetve egyre több termék előállítás és kereskedelme előnyeit ecsetelte. A gabona nemzetközi árnyomása kapcsán pl. helyes gondolkodásnak ezt tartja: „termesszünk idehaza többet, gondoskodjunk arról, hogy szállítása a’ tengerig olcsóbb legyen, vigyünk legjobb ’s így legdrágább mineműsből a’ külvásárookra, vagy váltsuk becsebre prtékáinkat mint p.o. gabnát lisztte, gyapjut posztóvá ’s a’ t.” (122. o.)

Az akár támogatói szándékú állami beavatkozásokkal kapcsolatban pedig ezt fogalmazza meg: „’S jobb így ... kereskedési tárgyban mindent a’ dolog öntermészeti folyásának átengedni, mint sokat mesterkélni, mert sokszor a’ jó szándéku segítségül olyan gát lesz, mellyen minden megakad.” (130. o.)

Széchenyi tehát már majd két évszázada olyan szempontokat tartott fontosnak, amelyek a modern, összetett értelmezésekre jellemző: szükségesnek vélte a természeti tőkét, termelési tényezőket, forráshoz jutást, külkereskedelmet, ugyanakkor a humán tőkét, a magasabb hozzáadott értékű termékek előállítását és az értékláncok bővítését helyezte a fejlődés központjába.

Porter nevéhez a versenyképesség általános elméleti hátterének kialakításán túl a jelen dolgozat témájához kapcsolódóan, kiemelkedő környezetgazdasági eredmények

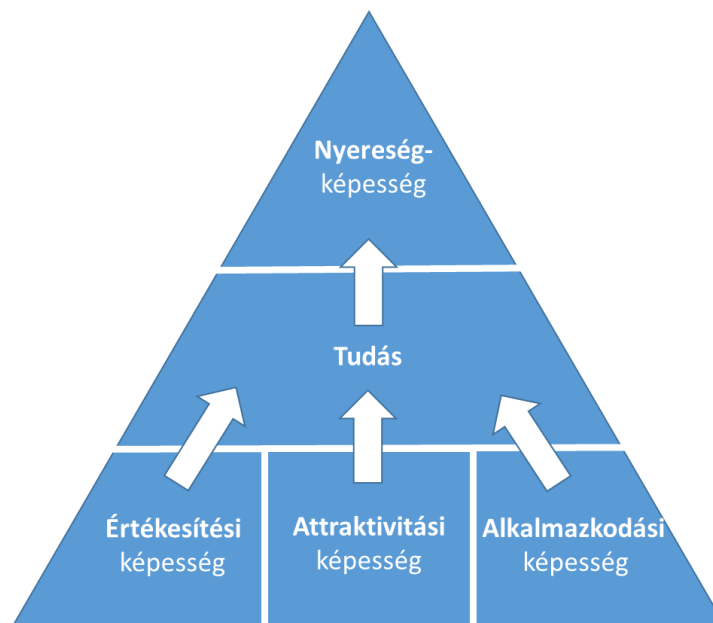
is fűződnek. Az elméleteiben szereplő termelékenységet kapcsolta össze a vállalatok környezetterhelésével, szennyező anyag kibocsátásával. Porter szerint a szennyezés sokszor kárba vesztett erőforrás, amelynek a csökkentésére irányuló törekvések növelik a termelékenységet. Az ezt célzó környezetpolitikai intézkedések bevezetése (mint pl. adók, vagy cap-and-trade jellegű emissziós kvóták) pedig olyannyira ösztönözhetik az innovációt, hogy azáltal részben, vagy teljesen elkerülhető a környezetpolitikai intézkedéseknek való megfelelés költsége. (Porter, 2011)

Gondolata bár nagy vitát váltott ki, később elfogadásra került és több kontinensen is eredményesen működnek már a Porter elképzelése szerinti környezetpolitikai intézkedések. Ezek egyike az Európai Unióban 2005-ben bevezetett Emisszió Kereskedelmi Rendszer (Emissions Trading System), amely 11.000 nagy ipari létesítmény üvegházi gázkibocsátását korlátozza, az EU ÜHG-kibocsátásának mintegy 45%-át lefedve.

Porterrel egyetértve, Fogarassy (2009) is amellett érvel, hogy „a kibocsátások csökkentése, ezzel pedig az ország klímataudatos fenntartható fejlődési pályára állítása nem rontja a gazdasági versenyképességet, hanem javítja azt.”

A nemzeti szintű versenyképesség másféle csoportosítását alkalmazza Trabold (1995), aki négy képességet különböztet meg, mint a nemzetgazdaság nemzetközi versenyképességének szükséges feltételeit. Az értékesítési képesség (ability to sell) a gazdaság kompetenciáját mutatja meg, azt, hogy a termékeit hogy tudja nemzetközi szinten piacosítani. Az attraktivitás képessége (ability to attract) a mobil termelési tényezők bevonásának képességét mutatja. Az alkalmazkodási képesség (ability to adjust) a gazdaság rugalmasságát és hatékonyságát jelzi a megváltozott keresleti és kínálati tényezők esetén. A piramis csúcsán pedig a nyereség-képesség van (ability to earn), amely már a magas reáljövedelem megszerzésének képességét mutatja be. Mindezek alapján Trabold értelmezésében a nemzetgazdaság versenyképességét az mutatja, hogy a gazdaság milyen módon képes biztosítani a termelés-értékesítés, tőkebevonás, alkalmazkodás lehetőségeit, illetve e három képességet úgy kombinálni, hogy azok alkalmazása magas reáljövedelmet termeljen.

Trabold rugalmassági szemlélete különösképpen a 2008-as világválságnál mutatkozott meg, amikor láthatóvá vált, hogy az egyoldalú, egyszerű gazdasági szerkezetek, sőt azok viszonylag ár és jövedelem-rugalmas iparágainak túlsúlya mekkora sokkot tudnak eredményezni egy-egy ország életében. Ugyanílyen módon egy-egy geopolitikai konfliktusnak is óriási hátrányai lehetnek egy olyan országban, ahol a versenyképességet az általános exportképesség, külpiaci túlsúly jellemez. (8. ábra)



8. ábra: A versenyképesség piramis-koncepciója

Forrás: saját szerkesztés, Trabold (1995) alapján, 2018

Trabold négytényezős modellje mentén Berger (2008) végigveszi a versenyképességi elméletek fejlődését. Az eladási, értékesítési képességen, mint a költségek és kereskedelem teljesítményén belül megkülönbözteti az ár-alapú és a nem ár-alapú versenyképességet. Az alkalmazkodási képesség alatt az innovációt és rugalmasságot érti. Az attraktivitást helyszínek szerint különbözteti meg. A nyereség-képesség alá sorolja a termelékenység-és teljesítményorientált megközelítéseket.

Az IMD (2016) a versenyképességet a társadalom-és gazdaságpolitikák természetes céljának tartja. A versenyképességi vizsgálatok tárgyának azt gondolja, ahogy a nemzetek és vállalkozások a kompetenciáik és erőforrásaik összességét igazgatják a hosszú távú prosperitás elérése érdekében. A versenyképesség fogalmának új meghatározására 2016-os országranglistájában tesz javaslatot: értelmezése szerint a versenyképesség egy ország képessége egy olyan környezet alakítására vonatkozóan, amelyben a vállalkozások fenntartható értéket tudnak teremteni. Két szempontból vizsgálja az értékteremtést, a vállalkozások hosszú távú profitabilitása és munkahelyteremtése vonatkozásában, azonos időtávon tekintve. Álláspontja szerint a gazdasági tevékenységek és a környezeti teljesítmény összekapcsolódnak. A hosszú távú profitabilitás megköveteli, hogy a környezet csak a legkisebb mértékben szenvedjen kárt a gazdasági tevékenységek miatt, ellenkező esetben a profitabilitás aláássa a versenyképességet. A munkahelyteremtési szintek, a kedvező foglalkoztatási körülmények (pl. folyamatos képzés lehetősége) elégedettséggel tölti el a munkavállalókat, ami magasabb teljesítményt eredményez és végeredményben a munkavállalóknak is jobb életminőséget biztosít. Az új IMD definíció a versenyképesség fenntarthatóságát annak eredményén keresztül közelíti meg: az eredmény a fenntartható értékteremtés. A fenntartható értékteremtés pedig azt jelenti, hogy a vállalkozások képesek hosszútávon profitábilisak lenni úgy, hogy tevékenységük környezeti hatását minimalizálják, szervezeten belül pedig erősítik munkaerejüket.

Az IMD, 1989 óta megjelentett országrangsorával hozzá kíván járulni ahhoz, hogy az országok magasabb életminőséget és prosperitást érjenek el.

Az országértékelések négy fő szempontja a gazdasági teljesítmény, kormányzati hatékonyság, üzleti hatékonyság, infrastruktúra. Mindezeket 342 kritériummal, azok kétharmadát statisztikákkal, egyharmadát pedig kutatással, felméréssel vizsgálja. A felmérésekkel hangsúlyossá válik, hogy egyrészt nem csak a hivatalos, száraz statisztikai adatok szükségesek a versenyképesség megfelelő leírásához, hanem a versenyképességet kevésbé látható attitűdök, puha tényezők, az adott környezet megélése, a résztvevők értékítélete is alakítja.

Az IMD által vizsgált puha tényezők: a kormánypolitikák tartalmának színvonala és következetessége; a kormánydöntések végrehajtásának hatékonysága; a kormány munkájának átláthatósága; a politikai pártok tisztában vannak-e azzal, hogy hogyan kell a gazdaságot sikeressé tenni; a közszolgálat a kormány befolyása alatt van-e; a bürokrácia nem gátolja-e a gazdasági fejlődést; a korrupció mértéke; a társadalom öregedése nem veszélyezteti-e a gazdasági fejlődést; a politikai helyzet stabil, kiszámítható; a társadalmi tőke erőssége; a cégek etikus magatartása; a vezetők hitelessége; a vállalkozó szellem erőssége a társadalomban; a társadalmi felelősségérzet erőssége; a környezet védelme, az egészség és biztonság fontossága a cégeknél; az országról alkotott kép támogatja-e a gazdasági fejlődést; a társadalmi értékrend hozzájárul-e a versenyképesség növeléséhez; az alapkutatás hozzájárul-e a versenyképesség javulásához; az egészségügy jól szolgálja-e a társadalom érdekeit; a fenntartható fejlődés mennyire fontos a cégeknek.

Vannak azonban az IMD módszertanában ellentmondásos elemek. Mint arra Csath rámutatott, az IMD módszere az egy főre jutó GDP és a teljes exporton belül a nyersanyag export aránya alapján sorolja be az országokat különböző csoportokba. Minél alacsonyabb az egy főre jutó GDP és minél magasabb a nyersanyag export aránya, annál inkább alacsony fejlettségűnek, olcsósággal versenyzőnek tekinti az IMD az országot. (Csath, 2018) Ennek következményeként kisebb súllyal kerül figyelembevételre az innovációval és tudással kapcsolatos mutatók értéke ezeknél az országoknál, sőt, olyan egyszerű tevékenységekre kap pozitív értékelést, ami a feljebb lépését, tudással való versenyzés elérését hátráltathatja.

Az IMD-hez hasonlóan a WEF sem kellőképpen súlyozza a innováció és bonyolultság-kifinomultság témákat, így az egyszerűséggel, költséghatékonysággal versenyzők nincsenek bátorítva az innováció irányába történő elmozdulásra.

Csath (2013) a versenyképesség fogalma kapcsán hangsúlyozza, hogy annak értelmezése nem lehetséges azt szűken vizsgálva, vagy csupán egy-egy tényezőre összpontosítva. Kiemeli, hogy a versenyképesség nem egyenlő a gazdagsággal. Magyarazata szerint a gazdag országok is lehetnek nem versenyképesek, a gazdagság oka függvényében. Szűk látókörűnek és tévesek tartja a versenyképesség azon értelmezését, amely az olcsósággal történő külföldi működőtőke bevonzást tűzi ki célul (olcsó munkaerő, alacsony társadalmi adó, állami transzferek, alacsony környezetterhelési költségek). Meglátása alapján a tőkevonzó képesség nem versenyképesség, és olcsósággal nem is lehet javítani a versenyképességet. Az olcsóság csupán helyzeti versenyelőny, amely a jelenlegi erőforrások kihasználását jelenti, a jövőre való figyelem, a jövőbe való beruházás nélkül.

Csath véleménye szerint a versenyképesség helyes értelmezése jövő-központú, fenntarthatóságra törekvő. „A fenntartható versenyképesség feltételei között pedig egyre inkább az ún. „puha tényezők”: az innováció, a tanult, egészséges és

megelégedett emberek, a minőségkultúra, a vezetési színvonal és a társadalom értékrendje játszik döntő szerepet.” Atkinsonnal egyetértve vonzó környezet teremtését tartja szükségesnek a vállalkozások számára. A vonzó környezetbe beleértendő a motivált és magas szintű tudással rendelkező szakemberek rendelkezésre állása, az ország vezetésének szakmai és erkölcsi színvonala, az innováció és kreativitás támogatottsága, az életminőségért való állami felelősségvállalás (az életminőség pedig magában kell foglalja a környezet tisztaságát és a színvonalas oktatási és egészségügyi szolgáltatásokhoz való hozzáférés lehetőségét is). A versenyképesség szükséges puha tényezőjének tartja azt is, hogy mennyire boldog és elégedett egy ország lakossága. A versenyképesség kapcsán értelmezési kérdés, hogy az cél, vagy eszköz-e. Csath - Garellivel egyetértve - a versenyképességet eszköznek tekinti, amelynek célja az emberek jóléte, ezen túl pedig „a versenyképesség nemcsak gazdasági növekedés, hanem életszínvonal és életminőség javulás, a környezetre figyelő fenntartható fejlődés, korrupciómentes társadalom, valamint jó és biztonságos társadalmi környezet is”. A gazdasági növekedés célja helyett pedig általános fejlődést szükséges célként kitűzni, a társadalom és a gazdaság valamennyi területén. Ezt a gondolatot fejezi ki a következő meghatározás: „A versenyképesség azt fejezi ki, hogy egy nemzet hogyan tudja a leghatékonyabban hasznosítani valamennyi erőforrását és képességét azzal a céllal, hogy a lakosság prosperitása: életszínvonala és életminősége tartósan növekedhessen.”

Az IMD által vizsgált versenyképességi területek fontosságával egyetértve, Csath kiemeli a gazdaság sokszínűségét. A helyes arányok megtalálása és biztosítása mind az ágazatok szintjén (ipar, mezőgazdaság, szolgáltatások), mind pedig vállalatméret (mikro, kis,- közepes, - nagyvállalatok) és a vállalatok tulajdonlása (hazai, külföldi) kapcsán szükséges, mivel a „sokszereplős, színes gazdaság versenyképesebb, mint a kevésbé sokszínű”. A gazdaság sokszínűsége szorosan összefügg a következő vizsgált fogalommal, a gazdasági ciklusokkal szembeni ellenálló képességgel. Trabolddal egyetértve, Csath álláspontja szerint is a sokszínű gazdaságok képesek ellenállni a gazdasági ciklusoknak, a kevésbé sokszínűek pedig azonnal megérzik azokat.

A nemzetgazdasági teljesítmények megítélésénél, összehasonlításánál arra hívja fel a figyelmet, hogy a kizárólag GDP-alapú értékelések félrevezetőek, egyoldalúak lehetnek, az abból való következtetések károsak. Példaként említi, hogy a GDP növelése érdekében a természeti erőforrások túlzott mértékű használata, illetve indokolatlan hulladéktermelés történik. A GDP-be viszont mind a két negatív externália, azaz a természeti kárelhárítás és a hulladékkezelés is produktumként bele tartozik, pedig ezeket ki kellene vonni a gazdaság teljesítményéből. A GDP másik kritikája, hogy gazdasági teljesítményként értékeli a méretgazdaságosságot, amely viszont monokultúrák kialakulását, a gazdaság elsivárosodását, és növekvő nemzetközi kitettséget, függőséget eredményez. Hangsúlyozza, hogy a GDP helyett olyan összetett, rendszerszemléletű vizsgálat lenne fontos, amely tartalmazza mind a gazdaság, a természet és a népesség érdekeit is.

Csath tehát egyértelműen helyesli a versenyképesség nemzetgazdasági fogalomként is való értelmezését. A nemzetgazdaság versenyképességének mérését azonban nemcsak a mérhető gazdasági mutatókkal, hanem olyan puha tényezőkkel is javasolja végezni, amelyek az életminőség javítását eredményező, hosszú távú, fenntartható versenyképességet célozzák. A „múlt mutatóihoz” képest a puha tényezőket pedig sajátos értékeknek tekinti. Így a korrupciómentesség hozzájárulhat a cégek sikeres működéséhez szükséges megfelelő környezet megteremtéséhez; a

társadalom iránt felelős, etikus viselkedés a jó teljesítménnyel való boldogulás értékrendjét támogatja; a társadalmi tőke egészséges társadalmat és sikeres gazdaságot ösztönöz. Ezzel szemben helytelennek és rövidtávúnak tartja az olcsósággal való versenyzés stratégiáját. A versenyképességet fittségként, harmóniaként, válság-állóságként kellene értelmezni. (Csath, 2017)

A fentiekből látható, hogy a versenyképességi elméletekben a humán tőke és a tudás szempontja kiegészítő elemként, puha tényezőként kezdett el megjelenni, elsősorban az összetett értelmezések között. Van azonban már olyan, nemzetközileg elismert szakmai műhely, amely az emberi tényezőt a nemzeti versenyképesség legfontosabb, legkritikusabb erőforrásának tekinti. Az INSEAD, Adecco Group és TATA Communications által 2013 óta évente kiadott 'Global Talent Competitiveness Index' szemlélete ezt a szempontot tükrözi, a versenyképesség központi elemeként a tehetségek nevelését, vonzását és megtartását állítja középpontba. (GTCL, 2018) A GTCL szemlélete alapján a humán tőke várhatóan egyre inkább önálló, sőt a legfontosabb versenyképességi tényezővé fog válni.

A versenyképességi fogalom fejlődésével, a vállalati és nemzeti értelmezési kereten túl, a versenyképesség területi, regionális vetülete is elfogadottá vált. Káposzta (2007) alapján a következőképpen határozható meg: „A regionális versenyképesség olyan fenntartható regionális gazdasági növekedést jelent, amelyik magas foglalkoztatottsági ráta mellett magas termelékenységből származik, amelyben nemcsak az egyes kategóriák abszolút szintje, hanem növekedési ütemük is fontos.”

Káposzta gondolataival együtt a nemzeti versenyképességnek három szintje különböztethető meg: az egyéni, vállalati és a regionális szintek. A nemzeti versenyképesség azonban nem 'összege' az alatta lévő szintek teljesítményének. Különbség van ugyanis a profitját a nemzeti piacon tartó és az azt kivonó globális vállalatok nemzetgazdasági versenyképességre való hatásában. Hasonló módon, egy versenyképes nemzetgazdaságnak nem feltétlenül versenyképes minden régiója. Az üzleti vállalkozásokra összpontosító versenyképességi gondolkodásnak egyaránt szükséges volna az egyéni, a vállalati, és az egyenletes regionális fejlődést is ösztönözni.

4.1.6. A nemzeti versenyképesség elméleteinek rendszerbe foglalása a magyarországi doktori értekezések alapján

Az Országos Doktori Tanács adatbázisa szerint 2005 óta Magyarországon a gazdálkodás- és szervezéstudományok és a közgazdaságtudományok ágakban 43 sikeres védés történt meg a versenyképesség témájában. Ezen értekezések tárgyai széleskörűek, a speciális ágazatok (pl. mustárvertikum, juhágazat), földrajzi térségek, különböző vállalkozásméretek, vagy akár maga a versenyképesség elméleti megközelítése is fő témája a disszertációknak. Egy dolog mindenképp közös bennük, hogy értelemszerűen mindegyik tartalmaz elméleti háttérrel, szakirodalmi összefoglalót magáról a versenyképességről, annak elméleti fejlődéséről. Azonban három dolgozat kísérletet tesz arra is, hogy a versenyképességi kutatásokkal, elméletekkel foglalkozó szerzőket és megállapításait átfogó, logikai csoportosítással mutassa be. Kiemelkedő közülük Somogyi (2009) értekezése, aki 35 szerzőt vagy intézetet vesz végig nagyon részletesen, ugyanakkor dolgozatának hiánya, hogy a nemzetközi szerzők közül mindössze nyolc szerző kerül felsorolásra. A versenyképességi dolgozatok összességében tehát csak folyó szöveggel, leíró

módon, jellemzően történeti sorrendben dolgozzák fel a versenyképesség elméleti háttérét. Ebből a hiányosságból kiindulva az alábbiak szerint, saját csoportosítással törekszem a versenyképesség elméleti háttérét bemutatni, történeti előzményként kezdve a versenyelőny-koncepcióktól és lezárva a fenntartható versenyképesség témájával. A táblázat az egyes szerzők kulcsgondolataiba kapaszkodik, azt igyekszik bemutatni, hogy az alapvető megközelítésüket mi jellemezte (azaz nem kizárólagosan és teljeskörűen mutatja a szerzők tevékenységeit). Továbbá, a jelzett szerzők munkásságának központi eleme nem feltétlenül a versenyképesség, ugyanakkor ők a versenyképességgel foglalkozó irodalmak sokszor hivatkozott alkotói.

A 2. sz. táblázat alapján látható, hogy a nemzeti versenyképesség fogalma miként bővült újabb és újabb tényezőkkel, és hogy vált sokkal kifinomultabbá az első - a termelési tényezők exportpiacra történő hasznosítása - megközelítésnél. A nemzeti versenyképesség jelenlegi értelmezése magában foglalja a célt - életminőség, jólét biztosítása, értékteremtés - ennek fizikai és egyéb, változásban lévő fundamentumait - termelési tényezők, köztük a képzett munkaerő is -, a „működés” feltételeit - üzleti környezet, alkalmazkodási képesség, diverzifikáció, innováció, és a fenntarthatóságot, mint a versenyképesség kívánt időtávját.

A versenyképességi elméletek a megújuló energia használatát önálló tényezőként nem alkalmazzák, ugyanakkor a fentiek szerint feltárt, általános tényezők közül több is közvetlen vagy közvetett módon pozitív irányba változik a megújuló energiaforrások használatával. A szakirodalmi elemzés során azonosított, a versenyképességet alkotó, jellemző tényezők és a megújuló energiaforrások hasznosításának közvetlen és közvetett összefüggéseit mutatja be a 3. sz. táblázat.

3. táblázat: A versenyképességet alkotó tényezők és a megújuló energiaforrások hasznosításának közvetlen és közvetett összefüggései.

Tényező	Közvetlen	Közvetett	Indoklás
Export, külkereskedelem	+		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Javuló külkereskedelmi mérleg ✓ Technológia, termék és energia export
Termelési tényezők	+		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Belföldi, klímasemleges, fenntartható energia, mint termelési tényező
Gazdaság keretrendszere		+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sokszínűbb, szerteágazóbb, helyi jövedelemtermelést biztosító gazdaság ✓ Belgazdaság erősödése a külgazdaság helyett
Életszínvonal, jövedelem		+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Importenergia költségeinek megtakarítása ✓ A kezdeti alkalmazók előbb élvezik a fűtőanyag-mentesség gazdasági előnyeit ✓ A kezdeti alkalmazók lehetnek kompetenciaközpontok
Termelékenység		+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lehetőség a helyi energiatermelésre ezzel a szállítási veszteségek elkerülésére ✓ Magasabb hatásfokú energiatermelő/hasznosító technológiák
Változó termelési tényezők	+		<ul style="list-style-type: none"> ✓ A hagyományos energiaforrások alternatívái
Képzett munkaerő		+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Magas szintű tudás iránti kereslet a folyamatos technológiafejlődés miatt
Képességek		+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Új, innovatív területeken való képességek szerzésének lehetősége ✓ Versenyhelyzet miatt állandó fejlődés szüksége
Vállalatok	+	+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiszta energia hasznosításával a karbonlábnyom csökkentése ✓ Saját és/vagy többlet tisztaenergia termelésének lehetősége ✓ Technológia-gazdaként bekapcsolódási lehetőség a megújuló energia hasznosítását szolgáló technológiák helyi és globális értékláncaiba
FDI vonzás		+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A fenntartható energiagazdálkodású országok vonzhatják a környezeti-társadalmi felelősségvállalásban érdekelt vállalkozásokat
Innováció	+		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Új technológiák, jelentős innovációs potenciállal (az energiaforrások hasznosítása és kapcsolódó területeken, pl. smart city, elektromos autózás, energiatárolás, anyagtudományok)
Alkalmazkodás		+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A fenntarthatósági követelményekhez, klímaváltozáshoz való alkalmazkodást támogatják
Idő, fenntarthatóság	+	+	<ul style="list-style-type: none"> ✓ A fenntarthatóság kihívására választ adnak ✓ Alacsonyabb üzemköltség ✓ Helyi, időtálló jövedelemtermelés és foglalkoztatás ✓ Környezeti, gazdasági, társadalmi kockázatok csökkentése
Foglalkoztatottság	+		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Magasabb az energiaegységre jutó foglalkoztatás, mint a hagyományos energiahordozóknál
Diverzifikáció	+		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Segíti a gazdaság szerkezetének diverzifikálását, több lábra állását, válságállóságának kiépítését ✓ Segíti az energiainport-függőség, ezzel a gazdaság kitettségeinek csökkentését

Forrás: saját szerkesztés, saját kutatás alapján, 2018

4.2. Versenyképességhez kapcsolódó indexek és intézmények

A nemzeti versenyképességet biztosító, korábban megismert tényezőket és azok elméleti összefüggéseit követően bemutatásra kerül, hogy ezeket a tényezőket miként teszik megfoghatóvá, mérhetővé a különböző szervezetek. Elsőként írok a nemzeti versenyképesség intézményi kereteiről, azaz a versenyképességi tanácsokról és céljaikról. A nemzeti versenyképességi célokat követően több versenyképességi országelemzés és rangsor, valamint ezek megújuló energiaforrásokra vonatkozó tartalma kerül górcső alá. Az országrangsorok mellett a vállalatokra vonatkozóan is vannak indexek, amelyek alapján a nemzetközi szinten nyílik lehetőség összehasonlítani a gazdasági szereplők teljesítményét, ilyen indexek módszertanát is vizsgálom. Végül - kapcsolódó területként - a környezeti teljesítményt vizsgáló indexeket elemzem, tekintettel a környezeti teljesítmény és a versenyképesség összefüggéseire. Az indexek okozati összefüggéseket mutatnak az egyes tényezők és a versenyképesség alakulása között, azaz számszerűsítik azoknak a tényezőknek a hatását, amelyeket a nemzeti versenyképességi intézmények, illetve a rangsorokat alkotó szervezetek meghatározónak vélnek.

4.2.1. Nemzeti versenyképességi tanácsok, és megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos céljaik

A nemzeti versenyképességi tanácsok intézményi kereteit és célkitűzéseit Chikán és Szabó (2013), 14 országot bemutató tanulmányából kiindulva elemzem. A tanulmány olyan országokat mutat be, ahol a nemzeti versenyképesség fejlesztése érdekében versenyképességi politikák, programok és központi (állami) intézményi háttér is működnek. Ezeknek az intézkedéseknek közös szemlélete a versenyképesség kapcsán a hosszútávú gondolkodás, a reálgazdaság megbecsülése, átfogó koncepció szükségessége. A vizsgált elemzésekben, jelentésekben pedig kiemelt tényezőként szerepel többek között az oktatás, a kormányzati stabilitás jelentőségének hangsúlyozása, egyes ágazatok kiemelése helyett fontosabbak a gazdaság funkcionális szempontjai, és visszatérően lényeges elem az innováció. A versenyképesség legfőbb céljaként a társadalmi jólét emelését tartják, amely elsősorban a gazdasági hatékonyság és foglalkoztatás növelésével érhető el: az oktatás, az üzleti környezet, az üzleti szektor minősége, a környezet és az infrastruktúra fejlettsége által.

A szerzők a nemzeti versenyképesség fogalmának tárgyalásakor így összegzik a témával foglalkozó szakemberek álláspontját: „a nemzeti versenyképesség alapvető értelmét a társadalmi jólét növelésének igen komplex és persze rosszul definiálható és még rosszabbul mérhető feladatának megvalósításában látják, s ennek megfelelő komplexitást várnak el a téma kutatóitól...”.

Tanulmányuk egyik kulcsüzenete, hogy a nemzeti versenyképesség fogalma több országban gyakorlati, aktív gazdaságpolitikai célként került meghatározásra. Gondolataik alapján elindulva érdemes megvizsgálni, hogy az elemzett országokban milyen tényezőket tekintenek kritikusnak a versenyképesség növelése során, továbbá

szerepel-e az energetika, vagy azon belül a megújuló energiaforrások fontossága közvetlen, vagy közvetett módon.

Az Egyesült Államokban 1983-ban elnöki rendelettel hozták létre az ipari versenyképesség elnöki bizottságát (President's Commission on Industrial Competitiveness). A bizottság 1985-ben nyújtotta be a Szenátusnak a több mint száz oldalas jelentését, amelyben definiálják a versenyképességet: a versenyképesség annak a foka, ahogy egy nemzet - szabad és fair piaci körülmények között - olyan javakat és szolgáltatásokat képes előállítani, amelyek a nemzetközi piacok próbáját kiállják és közben a nemzet életminőségét javítják. („Competitiveness is the degree to which a nation can, under free and fair market conditions, produce goods and services that meet the test of international markets while at the same time maintaining its standard of living” (Executive Order, 1983) (Young, 1985)).

Az illetékes tanács két speciális programcsaládot futtat 2017-ben, ezek témái az energetika és az innováció. Az energetikai programnak célja a tiszta energiatermékek termeléséhez kapcsolódó versenyképesség növelése és az energiatermelékenység megduplázása 2030-ra (US Council, 2017).

Egyiptom nemzeti versenyképességi tanácsa hat kiemelt területen alapított tagozatokat, ezek az élelmiszer, turizmus, emberi erőforrások, innováció, építőipar és energia. Az energián belül a megújuló energiaforrások fokozottabb használatára való törekvést a következő érvekkel támasztják alá: a fosszilis függőség csökkentése, ezáltal az energiabiztonság növelése; az alacsonyabb légszennyezésnek köszönhető közegészségi javulás. (Ugyanakkor nem kezelik különösen kiemelt módon a megújuló energiaforrások használatát, pl. az energiahatékonyság azonos fontosságú vele.) (Egypt Council, 2017)

Írország álláspontja szerint a versenyképesség nem önmagáért való fogalom, hanem annak célja az életszínvonal és életminőség fenntartható fejlődésének elérése. Három pillér teszi mérhetővé mindezeket: jövedelem, életminőség, környezeti fenntarthatóság. Ennek megfelelően az ír versenyképességi politika kiemelt területei a költség-versenyképesség, tudásintenzív ágazatok számára munkaerő fejlesztése, biztonságos energiaellátás. A megújuló energiaforrások az energiahatékonysággal együtt, mint EU-s kötelezettség teljesítése szerepelnek a versenyképességi jelentéseikben. Az Ír Nemzeti Versenyképességi Tanács 2006-os éves jelentésében nehezményezi, hogy - a példaértékű gazdasági eredmények ellenére - a megújuló energia hányad csak egyharmada az EU-s átlagnak, míg az egy főre jutó energiafelhasználásban kis mértékben meg is haladja az EU átlagot (National Competitiveness Council, 2006).

Írország 2016-ban felülvizsgálta versenyképességi fogalomrendszerét. Elemzésében bemutatta, hogy a versenyképesség fogalma két különböző, de egymással összefüggésben lévő üggyel foglalkozik a szakirodalomban: a költség/piaci részesedés-alapú megközelítés, amelynek célja a makroökonómiai fenntarthatóság; illetve a termelékenység-vezérelt látásmód, amelynek célja az életminőség fejlesztése. Elérendő célként a mindkét megközelítés szerinti versenyképesség elérését tűzte ki (National Competitiveness Council, 2016a).

2016 év végi jelentésében kitér arra, hogy az ország nem jól halad a kitűzött 2030-as dekarbonizációs célok elérése felé, és 2020 után további politikákat kell meghozni és végrehajtani. A 2020-as dekarbonizációs célok elérését pénzügyileg kifizetendőnek

gondolja: nettó jelenértékben 3-8 milliárd EUR közvetlen gazdasági eredményt, illetve javuló életminőséget várna a célok teljesítésétől (National Competitiveness Council, 2016b).

Svédország régóta élen jár a RES használatában (2009 óta 50% körüli az összesített és 60%-os az áramfogyasztáson belüli részaránya, 2015-ben pedig már 54%-os az összesített és 65%-os az áramtermelési részaránya). Megújuló energiára alapozott áramtermelését annak érdekében is fejleszti az elmúlt években, hogy exporttal kielégítse a környező országok orosz gázfüggőségtől való csökkentési vágyát (Globalisation Council, 2009). Chikán és Szabó tanulmánya alapján 2013-ban is kiemelkedő szerep jutott az energia és környezetvédelem szempontjainak a svéd versenyképességi politikában.

Az energiaellátás biztonsága, energiahatékonyság, vagy saját energiaforrások stratégiai használata megjelent Csehország, Örményország, Szlovénia versenyképességi tanácsai prioritásaiban is.

Magyarországon 2017 tavaszán alakult meg a Versenyképességi Tanács, amely első ülésén hat célt fogalmazott meg fejlesztendő és fejleszthető területként, ezek között egy cél az energiaellátás biztonságának növelése (Magyarország Kormánya, 2017).

Az Európai Unió szintjén is működik Versenyképességi Tanács, amely testület 2002-ben alakult, három korábbi testület egybeolvadásával. A Tanács fő célkitűzése a versenyképesség növelése és a gazdasági növekedés serkentése. Négy fő politikai területei: a belső piac, ipar, kutatás-innováció és úrkutatás.

A versenyképességi tanácsok összefogására létrejött a „Global Federation of Competitiveness Councils” szervezet is, amelynek fő célja a fenntartható prosperitás elérése, az innováción keresztül. Több mint 60 tagszervezetet tömörít, ezek közül 18 szervezet közvetlen állami résztvevő (állami intézet vagy ügynökség), a tagok többsége egyetem, és kisebb részben vállalatok is tagjai a szervezetnek. A szervezet által megfogalmazott, világszintű 10 versenyképességi alapelv többsége a technológiai fejlesztésekre, együttműködésekre és kedvező üzleti környezet biztosítására vonatkozik. Alapelvként jelenik meg továbbá a fenntartható, rugalmas és biztonságos infrastruktúrák szüksége; az erőforráshatékonyság, valamint a gazdasági növekedés és a természeti erőforrások használatának szétválasztása is. (Global Federation of Competitiveness Councils, 2017)

A vizsgált országok versenyképességi politikáiban egyértelműen megkerülhetetlen szerepet kap az energetika (illetve a kutatás során olyan versenyképességi politika nem is bukkant fel, ahol nem kapott volna közvetlen vagy közvetett szerepet az energetika).

A biztonságos energiaellátás fontossága közös motívum, ezen túl a hangsúlyok az országok adottságainak és szükségleteinek függvényében változnak:

- az Egyesült Államok a tiszta energiákhoz kötődő **technológiák fejlesztésében** kíván élenjárni (és elsősorban nem azok használatában);
- Egyiptom érve a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság mellett nagyban hasonlítanak az európai országok érveire, azaz fosszilis források csökkentése, levegőminőség, energiabiztonság, közegészség javulása;
- Írország összekapcsolja a környezeti fenntarthatóságot az **életminőség** fenntartható fejlesztésével;

- Svédország annyira jól áll a megújuló energiaforrások hasznosításában, hogy azokban **exportlehetőséget** lát;
- a nemzeti versenyképességi tanácsok nemzetközi szervezete pedig a **természeti erőforrások használatát** kívánja **szétválasztani a gazdasági növekedéstől**.

Az energetika tehát a nemzeti versenyképességi intézményrendszerekben tényező, viszonyítási pont. Ebből következően az országok felfogásában az energetika a gyakorlatban versenyképességet meghatározó, azt hangsúlyosan befolyásoló tényező. Fontos megjegyezni, hogy a vizsgált versenyképességi intézmények mindegyike tartalmaz energetikával kapcsolatos célkitűzést, de nincs még egy olyan szempont, ami közös célként volna megfogalmazva (még az innováció sem mindenhol szempont).

4.2.2. Megújuló energiaforrások a versenyképességi országelemzésekben

Előzőek alapján látható, hogy az országok önmaguk által felállított versenyképességi értékrendszerében szerepe van az energetikai és fenntarthatósági vonatkozásoknak. Azt, hogy az országok független, külső elemzése során felállított szempontrendszerekben is szerepet kap-e az energetika és fenntarthatóság, az alábbi elemzés mutatja meg.

A Világgazdasági Fórum „Global Risks Landscape 2017” jelentése alapján a versenyképesség jelentheti bizonyos kockázatok megfelelő kezelését is. A jelentésben nagy valószínűségű és nagy hatású kockázatok között szerepel a klímaváltozás adaptációja és csökkentése, az „asset bubble” kérdése, és az emberiség okozta környezeti katasztrófák. Ezeknél kockázatosabb lehet a kibertámadás, terrorizmus, migráció, természeti katasztrófák, extrém időjárási jelenségek; kevésbé kockázatos pedig pl. a pénzügyi krízis, élelmiszerválság, kritikus infrastruktúrák kockázata.

Ez arra enged következtetni, hogy a versenyképesség érdekében a kiemelt kockázatú jelenségek kezelése szükséges, és ezen kockázatok megfelelő kezelése a versenyképessége növekedésében szerepet játszik. Tekintve, hogy a megújuló energiaforrások használata mind a klímaváltozási adaptációhoz és csökkentéshez, mind az ember által okozott környezeti katasztrófák esélyének csökkentéséhez hozzájárul, a megújuló energiaforrásoknak közvetett vagy közvetlen módon megfelelő helyet kell kapnia a versenyképességi országelemzésekben is. (WEF, 2017)

International Institute for Management Development - World Competitiveness Yearbook

A Nemzetközi Vezetésfejlesztési Intézet (IMD) 1989 óta készít nemzeti versenyképességi rangsorolást, 2018-ban jelent meg a 30-ik világszintű versenyképességi évkönyvük (IMD, 2018a). Az IMD listája az egyik legtöbbször hivatkozott versenyképességi rangsor, eredményei jelentős hatással vannak a politikai döntéshozatalra és a gazdasági eredményekre is. A kezdetben 32 ország, jelenleg 63 ország teljesítményét vizsgálják 341 kritérium szerint, négy tényező és 20

altényező segítségével. A négy tényező: gazdasági teljesítmény, kormányzati hatékonyság, üzleti hatékonyság, infrastruktúra.

A kompozitmutatót alkotó 341 tényezőtől 143 támaszkodik hivatalos statisztikákra, 115 tényező értéke szakértői véleményeken alapszik, a maradék 83 tényező pedig háttéradat. A tényezők önmagukban nem kerülnek súlyozásra. A súlyozás hatásterületenként jelenik meg, illetve indikátoronként eltérő számú tényező kerül megvizsgálásra.

Az infrastruktúra indikátornak vannak energetikai vonatkozásai, két altényezőnél is:

- Az 'alapinfrastruktúra' csoport 25 tényezője közül hat tényező energetikai szempontú: vizsgálja az energetikai infrastruktúra adekvátságát és hatékonyságát; a belföldi energiatermelést volumenben és arányban; a belföldi energiafogyasztás volumenét és egy főre jutó értékét; továbbá az ipari felhasználók villamosenergia árát.
- Szintén az infrastruktúra indikátor alá került besorolásra az 'egészség és környezet' csoport, ahol 25 tényező között szerepel az energiaintenzitás, CO₂ kibocsátás, CO₂ intenzitás, részecske-szennyezésnek (PM_{2,5}) való kitettség mértéke, megújuló energia részaránya, környezeti technológiák szintje, fenntartható fejlődés, szennyezési problémák.

A fenntarthatóság nem kapott önálló hatásterületet, inkább arra utaló tényezők vannak csupán, többek között a termelékenység szintjén.

Az IMD módszertana alapján a versenyképességi helyezést 3%-ban befolyásolja az ország általános energetikai teljesítménye, ennek részeként pedig a megújuló energetikai teljesítmény 1,5 %-ban határozza meg az ország pozícióját a nemzetközi rangsorban.

Az IMD rangsorolásának kritikája: Meglátásom szerint az IMD a 2016-ban megfogalmazott új versenyképességi definíciója még nem vált elég hangsúlyossá az országrangsor elkészítésének módszertanában. Új definíciója szerint ugyanis a gazdasági tevékenységek és a környezeti teljesítmény összekapcsolódnak. A hosszú távú profitabilitás megköveteli, hogy a környezet csak a legkisebb mértékben szenvedjen kárt a gazdasági tevékenységek miatt, ellenkező esetben a profitabilitás aláássa a versenyképességet. A fenntartható értékteremtés pedig azt jelenti, hogy a vállalkozások képesek hosszútávon profitábilisak lenni úgy, hogy tevékenységük környezeti hatását minimalizálják, szervezetileg pedig erősítik munkaerejüket. A mostani rangsorban a jelen gazdasági teljesítmény még jobban díjazottnak tűnik, mint az új definíció szerinti környezet-érzékenység, emiatt is lehet, hogy az első húsz helyezett között szerepel a közismerten legmagasabb egy főre jutó energiafelhasználású Egyesült Államok, a fosszilis energiaforrásoktól függő gazdaságú Quatar és Egyesült Arab Emírségek, valamint a rendkívül környezetterhelő Kína is. A versenyképesség mérésének nehézségét jelzi, hogy a hivatalos statisztikai adatoknál összességében több olyan tényező szerepel, amelyek egyéni értékítéleteket tükrözhetnek, azaz jelentősen torzulhat egy-egy ország helyezése annak függvényében, hogy milyen szubjektív szakértői értékelést kapott.

World Economic Forum - Global Competitiveness Index

A Világgazdasági Fórum (WEF) az ország versenyképességét alakító tényezők állapota szerint eltérő gazdaságtípusokat határoz meg:

- Tényezők által vezérelt vagy meghatározott (factor-driven) gazdaságok azok, amelyek a következő alaptényezőkre összpontosítanak: intézmények, infrastruktúra, makrogazdasági környezet, egészségügy és alapfokú oktatás.
- Egy szinttel kifinomultabbak a hatékonyság-alapú gazdaságok, amelyek már a felsőoktatás és képzés, a piaci hatékonyság, munkapiac hatékonyság, pénzügyi piac fejlettsége, technológiai fejlettség, piacméret területekkel versenyeznek.
- Modellje legfelsőbb szintje az innováció-vezérelt gazdaság, amely az üzleti kifinomultság és az innováció területét tartja kulcsfontosságúnak.

Az egyes kategóriákat az egy főre jutó GDP értéke is jellemzi, a tényező-központú országok jellemzően alacsonyabb GDP-t tudnak előállítani, mint az innovációt középpontba helyező gazdaságok.

A WEF Global Competitiveness Index (GCI) módszere 114 változót használ a termelékenység és hosszú távú prosperitás mérésére (WEF, 2017). Ezen változók 12 pillér köré vannak csoportosítva: intézmények, infrastruktúra, makroökonómiai környezet, egészség és alapfokú oktatás, felsőfokú oktatás és tréning, árupiac hatékonysága, munkapiac hatékonysága, pénzügyi piacok fejlődése, technológiai szint, piacméret, üzleti szofisztikáltság, innováció. A 12 pillér három al-indexet alkot, ezek az alapkövetelmények, hatékonysági tényezők, innováció és szofisztikáltsági tényezők. Mindezek alapján kerülnek megkülönböztetésre a gazdaságok tényező-vezérelt, hatékonyság-vezérelt, valamint innováció-vezérelt gazdaságként.

A WEF adatgyűjtési módszertana egyaránt épít az elérhető statisztikai adatokra (Nemzetközi Valutaalap, Világbank, ENSZ szervezetek), valamint a WEF által vezetett Executive Opinion Survey (EOS) is a rangsorok alapját képezi. A módszertan sajátossága az, hogy a szubjektív véleményeket tartalmazó EOS súlya a végső rangsor kialakításában jellemzően 40-60% a statisztikai adatokhoz képest. Az EOS-ban résztvevő vélemények száma nem arányos az egyes országokban, pl. Magyarországról 2016-ban 47 ember adott véleményt, míg a magyar lakosság 3%-ának megfelelő Izland 87 vélemény alapján került értékelésre (míg az EOS súlya mindkét országban 43-45% körüli). Továbbá érdekes, hogy az EOS-ban résztvevő személyek csak a saját országukat értékelik szubjektív módon.

A bevont 138 ország alapján elmondható, hogy a világgazdaság GDP-jének 98%-a lefedésre kerül a GCI vizsgálatában.

Magyarország ezen a ranglétrán a hatékonyság és innováció kategóriák közötti tranzíciós helyen áll, az összesített GCI ranglistán (az elmúlt években az 52 (2010), 52 (2011), 60 (2012), 60 (2013), 60 (2014), 63 (2015), 69 (2016) helyeket jelentve (az alacsonyabb érték jelent magasabb versenyképességet; 2014-ig 144, 2015-től 138 szereplős a lista).

A GCI-ben nincs kiemelt szerepe az energetikának vagy az energetikai fenntarthatóságnak. Az EOS kérdései között az infrastruktúra indikátor alatti kilenc

témából összesen két kérdés kapcsolódik az energetikához. Az egyik általános értékelést kér az infrastruktúra minőségéről (példálózva a közlekedési, kommunikációs és energetikai infrastruktúrával). A másik kérdés pedig a villamosenergia ellátásának minősége, megbízhatósága értékelésére vonatkozik.

A WEF a GCI-ben nem szán kiemelt szerepet az energetikának, ugyanakkor évente megjelenteti a Globális Energia Architektúra Teljesítmény Indexet (The Global Energy Architecture Performance Index). 127 ország energetikai adatait rendszerezi annak érdekében, hogy a nemzeti energetikai rendszerek aktuális teljesítményei összehasonlíthatók legyenek, és ezzel segítsék az energetikával kapcsolatos döntéshozatalt. A WEF ebben a felmérésében három fő területre összpontosít: gazdasági növekedés és fejlődés, környezeti fenntarthatóság, valamint energiaellátás és energiabiztonság. Ebben elsőfokú tényező az, hogy az adott energiapolitika mennyiben járul hozzá a gazdasági növekedéshez és fejlődéshez, azaz az állampolgárok és vállalatok jólétéhez. Jellemezhető az energiához való hozzáférés és energiabiztonság szintje (infrastrukturális ellátottság, energiaellátás biztonsága, energia ára). Ennek a fogalmi rendszernek egy szintje az, hogy egy kormányzat milyen lépéseket tesz az energiafüggetlenség felé - jóllehet ez stratégiai időtávon értelmezhető eredményeket hozó intézkedés -, és így mennyire tudja diverzifikálni a felhasznált energia előállításának vagy beszerzésének módjait (energiaforrás és útvonal tekintetében egyaránt). Harmadik szempontként értelmezhető egy szintén stratégiai távú gondolat, az energiarendszer fenntarthatóságának kérdése is (piaci és környezeti értelemben is).

A WEF a három fő szempontot további 6-6 indikátorra bontja, összesen 18 teljesítményjellemezőt meghatározva és értékelve (lásd 4. táblázat).

4. táblázat: A WEF Energia Architektúra Teljesítmény Indexének szempontrendszere.

Szempont	Indikátor
Energia hozzáférés és biztonság	Import diverzifikáció (Herfindahl index)
	Teljes primer energia felhasználás diverzifikáció (Herfindahl index)
	Energia import, nettó (energiafelhasználás százalékában)
	Szilárd tüzelőanyaggal főző népesség aránya
	A villamos energia ellátás minősége (1-7 skálán)
	A villamos energia ellátottság aránya (%)
Környezeti fenntarthatóság	Átlagos üzemanyag személyautókhöz (l/100km)
	PM ₁₀ , országos szintű (mikrogram/m ³)
	Az energiaszektor metán kibocsátása (CO ₂ tonnaegyenérték per fő)
	A villamosenergia termelés CO ₂ kibocsátása, per kWh
	Nitrogén-dioxid kibocsátás az energiaszektorban (CO ₂ tonnaegyenérték per fő)
Gazdasági növekedés és fejlődés	Alternatív és atomenergia (a teljes energiafelhasználás százalékában)
	Ipari villamosenergia árak (USD/kWh)
	Lakossági energiaárak
	Gázolaj - támogatások vagy adók ártorzító hatása (0-1 index)
	Benzin - támogatások vagy adók ártorzító hatása (0-1 index)

	Üzemanyag export (% GDP)
	Üzemanyag import (% GDP)
	GDP per energiafelhasználási egység (PPP USD per olajegyenérték kg)

Forrás: Sajtó szerkesztés WEF 2017 alapján, 2018

A WEF értékelése szerint a 2014. évben az alacsony szén-dioxidkibocsátású gazdaság felé való elmozdulás világszerte folytatódott, bár a vizsgált országok több, mint egyharmadában a nem fosszilis erőforrások használatának aránya kevesebb, mint 10 százalék. Az importfüggőség általában növekszik a vizsgált országokban, és számos országnak okoz gondot az energia hozzáférhetőség. Magyarország a 125 országból a 18.-ik helyen szerepel, a 0,4 -0,8 értékű skálán 0,71 ponttal, és az értékelt tényezők alapján megelőzi Németország teljesítményét.

A WEF adatai figyelemre érdemesek, ugyanakkor a rangsorba állításból csak fenntartásokkal érdemes következtetéseket levonni. Németország ugyanis vélhetően a nukleáris energiaforrások használatának kivezetése és az áramtermelés átmenetileg magasabb CO₂ kibocsátása miatt marad el Magyarországtól, noha a németországi RES használat volumene, növekedési mértéke, az ország ösztönzési rendszere, messze meghaladja hazánkat (a nukleáris kapacitásokat átmenetileg széneróművek működtetésével pótolja Németország).

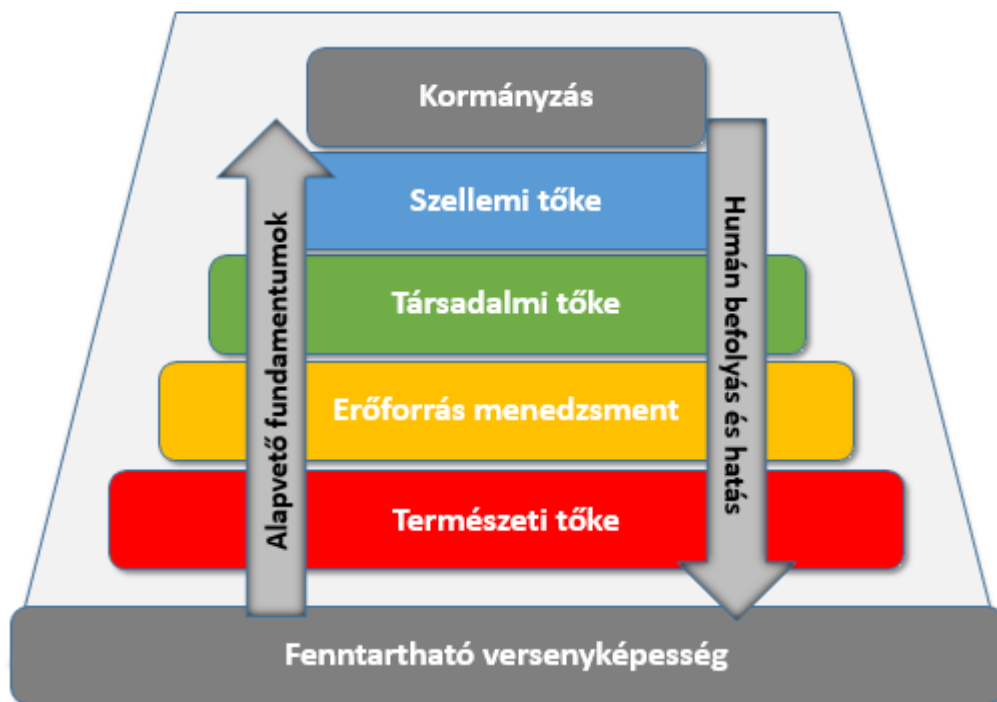
A WEF módszertana alapján a versenyképességi helyezést csupán 0,88%-ban befolyásolja bármilyen energetikai teljesítmény, a megújuló energetikai teljesítmény pedig egyáltalán nem meghatározó az ország pozíciója vonatkozásában.

Kritikája: A WEF GCI rangsorának szempontrendszere sokkal nagyobb mértékben támaszkodik a puha tényezőkre és az azokra vonatkozó szubjektív megítélésekre, mint az IMD. A vizsgált tényezőkben megjelenik a versenyképesség rugalmasságra való összpontosítása, ugyanakkor a versenyképesség mérésében még nem jelent meg a kockázatok kezelésére való képesség. Az energetikai és környezeti fenntarthatóság inkább az alapinfrastruktúra szintjén jelenik meg. A WEF fő országcategóriáiban az energetikai és környezeti fenntarthatóság és az azzal összefüggésben lévő gazdasági prosperitás követelménye kiválóan beilleszthető lenne az innováció vezérelt országok ismérvei közé, hiszen az innováció oldhatja meg a kockázatok kezelésének problémáit. Ez az összekapcsolás még nem történt meg a módszertanban, azonban a WEF energetikai elköteleződését is mutatja, hogy önálló indexet hozott létre Energia Architektúra Teljesítmény Index néven, amellyel közvetlen kapcsolatot teremt az energetikai és gazdasági teljesítmények között.

SolAbility - The Sustainable Competitiveness Report

A 2005-ben alapított, svájci-japán tanácsadó cég, a SolAbility által készített Global Sustainable Competitiveness Index (GSCI) célja a fenntartható növekedés és jólét-teremtés képességének értékelése (Solability, 2017). 106 indikátort használ, az adatok forrásai a Világbank, IMF és különböző ENSZ ügynökségek. A modell megbízhatóságát, objektivitását jelzi, hogy több, mint 90%-ban statisztikai adatokat használ, nem szubjektív értékeket dolgoz fel. A következő öt pillér képezi a modell alapját: természeti tőke elérhetősége, nemzeti kormányzás (az a keretrendszer, amely minden szereplő működési feltételeit meghatározza, beleértve az infrastruktúrát is), intellektuális tőke (innovációs és üzleti képességek), erőforrás-hatékonyság,

társadalmi kohézió. Az egyes tényezők egymásra épülő elemek a versenyképességi értelmezésben, azaz minden továbbinak a természeti tényezők adják meg az alapját a modellben (9. ábra).



9. ábra: A fenntartható versenyképesség piramisa

Forrás: Saját szerkesztés GSCI 2016 alapján, 2017

A GSCI viszonylag friss rangsor, 2017-ben jelent meg a hatodik jelentés. A jelentés meghatározásában a fenntartható versenyképesség olyan képesség, amely megteremti és fenntartja a jóllétet anélkül, hogy az a jövőbeli jólléti szintek megtartásának, vagy növekedésének lehetőségét csökkentené.

A természeti tőke elemzése során a természeti környezet mindazon fizikai elemét figyelembe veszi, amely lehetővé teszi, hogy egy ország önfenntartó legyen: föld, víz, klíma, biodiverzitás, élelmiszertermelés és élelmiszertermelési kapacitás, energia és ásványforrások. A fenntarthatóság jegyében mindezen tényezőknek a degradálódási mértéke is felmérésre kerül. A természeti erőforrásokat 26 alindikátorral írja le, ugyanakkor ezek szintje mellett létrehoz egy erőforrás-menedzsment elnevezésű kategóriát is, amely 20 alindikátorral jellemzi az ország tényleges működését, erőforrás-hasznosítását. Érdekes módon, a megújuló energiaforrások kapcsán csak az áramfogyasztásra összpontosít, a fűtés-hűtés és közlekedési megújuló energiaforrásokra vonatkozóan csak közvetett tényezőket használ (mint pl. egy főre jutó NO_x , vagy CO_2).

Az első húsz helyezettből tizenhét európai ország, Új Zéland, Dél-Korea és Japán társaságában. Az első öt helyezett mind Skandináv ország. Az Egyesült Államok a 29. helyen végzett 2017-ben, melynek indoka az alacsony erőforrás-hatékonyság és a társadalmi tőke. A jelentés szerint ezek a tények aláássák az Egyesült Államok globális státuszának jövőjét.

A GSCI módszertana alapján a fenntartható versenyképességi helyezést 18%-ban befolyásolja az ország általános energetikai teljesítménye, ennek részeként pedig a

megújuló energetikai teljesítmény 11,3 %-ban határozza meg az ország pozícióját a nemzetközi rangsorban.

A GSCI jelentősége, hogy bár a természeti tőke, ásványkincsek, energiahordozók fontosságát minden további tényező elé helyezi, ugyanakkor kiemelten hangsúlyozza, hogy a javakkal való gazdálkodás, illetve a hozzájuk kapcsolódó puha tényezők együttesen alakítják a versenyképességet, - azaz egyetlen természeti tőkében gazdag ország sem lehet versenyképes az erőforrásai ésszerű használata és a további tényezők megléte és gondos használata nélkül.

Világbank - Ease of Doing Business

A Világbank "Doing Business" rangsorolása alapvetően nem versenyképességi rangsor, ugyanakkor értékelése komoly hatással lehet a nemzetgazdaság versenyképességére, mivel a nemzetgazdaság külső megítélése és így a működőtőke beáramlás szempontjából jelzésértékű az országok helyezése a Világbank listáján. A jelentés 2004 óta jelenik meg évente (Világbank, 2017). 190 gazdaság szabályozási környezetét vizsgálja abból a szempontból, hogy azok az üzleti tevékenységek folytatására hátráltató vagy kedvező módon hatnak. A vizsgált tíz terület: cégalapítás, építési engedélyek, villamosenergiához való hozzájutás, ingatlan átírás, hitelhez jutás, kisebbségi tulajdonosok védelme, adófizetés, külkereskedelem, szerződések ereje, csődállapot feloldása. Mint látható, alapvetően valóban a szabályozási környezet keretrendszere és gyakorlata a meghatározó a Doing Business mutatóban. 2015-től azonban a villamosenergiához való hozzájutás kapcsán az energiaellátás megbízhatósága és az áram végfelhasználói ára is gyűjtésre és rögzítésre kerül. Az nem része a vizsgálatnak és nem befolyásolja a végső ország rangsort, hogy milyen forrásból és milyen CO₂ intenzitással kerül biztosításra az áram.

A Világbank rangsorában való helyezést 10%-ban befolyásolja az ország általános energetikai teljesítménye (villamosenergiához való hozzájutás), a megújuló energetikai teljesítmény közvetlenül nem befolyásolja az ország pozícióját a nemzetközi rangsorban. Ugyanakkor a jelentésben érdekes példák kerülnek bemutatásra arra vonatkozóan, hogy a villamosenergiához való hozzájutás néhány fejlődő országban hogyan valósul meg a megújuló energiaforrásokon keresztül:

- Indonézia esetében leírja, hogy mintegy 12.000 településnek még nincs áramellátása; az árammal ellátott felhasználók pedig szabályozott, viszonylag alacsony áron kapják a villamosenergiát, amiért a szolgáltatók állami kompenzációt kapnak (7%-os profitráta mértékéig). A kompenzáció fenntarthatatlanságát mutatja, hogy 2013-ban 15%-os áremelést kellett végrehajtani. Következtetésképp az indonéziai szabályozási környezet csak akkor tudja megfelelően szolgálni a versenyképességet - jelen esetben annak a villamosenergetikai lábát - amennyiben az áramszolgáltatókat arra buzdítja, hogy gyorsan építsék ki az ellátási területeket és a legolcsóbb (adott körülmények között megújuló) energiaforrásokra térjenek át. Így áttételesen bár, de a Doing Business-ből lehet következtetéseket levonni arra, hogy az energiaforrások típusainak is van jelentősége hosszabb időtávon.
- Kamerun példája azért jelentős, mert bár energetikailag teljes mértékben önellátó (71%-ban vízenergiából fedezi szükségletét), komolyabb szárazság

esetén ez a dominancia a visszájára tud fordulni, mint ahogy az 2015-ben is több napos ellátás-kiesést okozott.

A működőtőke vonzását kiemeltnek tartó versenyképességi elméletek alapján a nemzeti versenyképességnek egyfajta fokmérője lehet a Doing Business országrangsora. A Világbank jelentése tehát kapcsolatot teremt a villamosenergia-vételezéshez való hozzájutás időtartama és a működőtőke vonzásának képessége, és így a versenyképesség között. Hiánya, hogy bár a Doing Business a jelen szabályozási és infrastrukturális környezetet jól körülírja, sajnos nem elemzi azt, hogy az adott szabályozási környezet és infrastruktúra mennyiben fenntartható, azaz nem vizsgálta a beáramlott működő tőke megtartásának képessége.

GTCI Index

Az INSEAD, Adecco Group és TATA Communications által 2013 óta évente kiadott 'Global Talent Competitiveness Index' szemlélete a versenyképesség központi elemeként a tehetségek nevelését, vonzását és megtartását állítja középpontba. (GTCI, 2018) Az indexet két alindex, hat hatásterület, 14 al-hatásterület és 68 tényező alkotja. Az országrangsorban 119 ország és 90 város szerepel (nem feltétlenül fővárosok, illetve egy országból több város is szerepelhet). A versenyképesség megtartásának feltétele az új képességek (skill) és tehetséggondozási stratégiák biztosítása ebben a változó, bizonytalan, összetett világban, ahol a 'diszrupció' vált az alapnormává. A GTCI szerint a humán erőforrások kezelésének kulcseleme a diverzitás, ami a különböző személyiségű, tudású, tapasztalatú, perspektívájú emberek (tehetségek) együttműködését és problémamegoldását teszi lehetővé.

A GTCI értékelése szerint a nemzetek globális versenyének tényleges tárgya a minél kiemelkedőbb tehetségek kiművelése, a nemzet számára szükséges tehetségek megszólítása, bevonása, és azok munkapiacra való megtartása abból a célból, hogy a növekedéshez, innovációhoz, így a versenyképességhez hozzájáruljanak. Az országok ennek fényében fogalmazzák meg gazdasági és társadalompolitikáikat, vagy lenne szükséges eszerint működniük. A GTCI ezen folyamatok támogatása céljából nyújt kvantitatív összehasonlító eszközt az országok számára.

A 2018-as országrangsort Svájc, Szingapúr és az Egyesült Államok, Norvégia vezetik, az első tíz helyezett további szereplői EU-s országok (É-Ny-Európa országai).

A tíz legelső városból nyolc európai (Zürich, Stockholm, Oszló, Koppenhága, Helsinki, Dublin, Párizs, Brüsszel) és két város amerikai (Washington, San Francisco). Magyarország az 52. helyen végzett, utolsó előtti EU-s országgént (csak Románia van mögötte, a 64. helyen). Budapest pedig a 41. helyet kapta meg a városlistában, amivel sok neves európai és más várost előz meg (pl. Rómát, Pozsonyt, Krakkót, Dohát, Abu Dhabit), ugyanakkor mind Prága, Bécs, Varsó előkelőbb helyen szerepel.

A GTCI index nem vizsgál energetikai vonatkozásokat, azonban összefüggésbe hozható minden, jelentős innovációs tartalommal illetve lehetőséggel bíró technológiával, hiszen a tehetségek elsődleges kibontakozási területe az innovatív tevékenységekben van. Ilyen módon az alternatív energiahordozók, a zöld gazdaság fejlesztése egyértelműen közvetett összefüggésben áll a GTCI szemléletével (csakúgy, mint bármely más, innováció és jövő-orientált tevékenység). Közvetlen

módon pedig a vizsgált indikátorok között szerepel a fenntarthatóság és környezeti teljesítmény is, amelyek hatással vannak az értékelésre; a modell ugyanakkor nem alkalmas arra, hogy az energetikai, vagy megújuló energetikai teljesítmény szintje kimutatható legyen az országgrangsorbeli helyezésben.

Jó Állam Index

A magyarországi Nemzeti Közszolgálati Egyetem berkein belül működő Jó Állam Kutatóműhely hozta létre a Jó Állam Index-et, amely egy olyan indikátorrendszert jelent, amellyel a kormányzás versenyképességi eredményének minősége és fenntarthatósága a stratégiaileg fontos területeken mérhetővé válik (NKE, 2014).

A Jó Állam Index csak Magyarországra készül el, tehát nem versenyképességi rangsor, viszont a kormányzás minősége és a nemzetközi versenyképesség egyértelműen összefüggésben állnak egymással, így helye lehet a Jó Állam Indexnek a versenyképességi rangsorok módszertanainak sorában.

Az indikátorrendszer hat hatásterületen (biztonság és bizalom a kormányzatban; közösségi jóllét; pénzügyi stabilitás és gazdasági versenyképesség; fenntarthatóság; demokrácia; a Jó Állam és a jó közigazgatás jogállami elvei) vizsgálja a Jó Állam ismérveit, ezek közül kettő kiemelten is fontosnak tartja az energia szerepét. Így a pénzügyi stabilitást és gazdasági versenyképességet elemző gazdasági fenntarthatóság dimenzió, valamint a környezeti teljesítményt magába foglaló fenntarthatóság területe is foglalkozik az energia témájával. (A Jelentés struktúrája egy 6×5×5-ös mátrixból áll: hat hatásterület mindegyikéhez öt dimenzió, minden egyes dimenzióhoz öt indikátor tartozik.)

A Jó Állam módszertan, gazdasági megközelítésében az energiaforrásokat, mint gazdasági függőséget és a függőség kockázatait emeli ki, megkülönböztetve a felhasznált energiaforrások fajtáit, diverzifikáltságát, származási helyét. Az „energiafüggőség csökkentése” alterület gazdasági energetika elnevezésű főindikátora az energiafüggőség gazdaságra gyakorolt hatását méri, öt részindikátor segítségével:

- az ipari villamos energia ára a regionális árak viszonylatában;
- a gazdaság energaintenzitása (a gazdaság által a bruttó hazai termék előállításához felhasznált energia mennyiségét mutatja);
- energiadiverzifikáció (Herfindahl-index segítségével mutatja be a teljes végső energiafelhasználás energiaforrások szerinti megoszlását, amiből az energiaforrások szerinti kitettségre lehet következtetni);
- energiaimport (a nettó energiaimport és a hazai energiafelhasználás arányában méri az ország külső energiafüggőségét);
- energiaimport-diverzifikáció (Herfindahl-index segítségével mutatja be az importált energiának a származási helyek szerinti megoszlását; értékéből a geopolitikai és a fenntarthatósági kitettségre egyaránt lehet következtetni);
- támogató indikátorként pedig az „energiaellátás zavartalansága” kerül bevezetésre, amely azt feltételezi, hogy a lakossági és ipari fogyasztók számára a kívánt villamos energia és földgáz vételezés elméleti és fizikai lehetősége egyaránt adott.

A Jó Állam Index másik kapcsolódó területe a Fenntarthatóság témája köré

fonódó „Környezeti teljesítmény javítása” alterület, amely a fenntarthatóság környezeti dimenziójának számszerűsítését célozza meg. A tématerület főindikátora a “gazdaság CO₂ (egyenérték) kibocsátásának csökkentése (karbonstratégia)” nevet kapta. A módszertani leírás szerint: „Az indikátor képet ad a gazdaság által felhasznált energia mennyiségéről és annak forrásáról. Cél a zéró karbon-kibocsátás elérése igazodva a nemzetközi klímaváltozási kutatásokhoz.” Az ehhez szükséges kormányzati képességként pedig a gazdaság karbonsemlegességének elősegítését, környezetbarát energiaforrások támogatását fogalmazza meg a kutatóműhely. (NKE, 2014, pp. 164) A cél elérése érdekében az alábbi részindikátorokat javasolja:

- Végső energiafelhasználás (szektoronként és fajlagosan is): Az egyes szektorok által felhasznált energia mennyisége valamint a fajlagos felhasználás szektoronként meghatározott módon fajlagosítva (t/kibocsátott mennyiség);
- Energiatermelés megoszlása energia hordozónként (energiamix);
- Energiafelhasználás hatékonysága: Ökohatékonysági mutató (%/t/kibocsátott mennyiség a legjobb elérhető technológia arányában).

A Jó Állam Index üzenetértéke az, hogy az index gazdasági, pénzügyi fenntarthatósági hatásterületébe bekerült az energetikai dimenzió, az energiafüggetlenség fontossága, mindezzel azt sugallva, hogy a nemzetgazdaság versenyképessége számára releváns terület az, hogy milyen energiaforrásból, milyen áron, milyen ellátásbiztonsági szinten tudja biztosítani az energiát a fogyasztók számára. A Jó Állam Index másik nagy üzenete az, hogy a jó kormányzás ismérveként, céljaként határozza meg a gazdaság karbonsemlegességének elérését.

A Jó Állam Index módszertana alapján elkészített és megjelentetett 2017-es Jó Állam Jelentés a következő energetikai megállapításokat teszi:

A pénzügyi stabilitás és gazdasági versenyképesség hatásterülete elemzi a gazdaság energiaintenzitását. Kifejti, hogy bár a magyar gazdaság energiaigényessége látványosan csökken, a fejlettebb EU-s országokhoz képest továbbra is nagyon magas (akár kétszerese is) mind Magyarország, mind az EU-hoz 2004 óta csatlakozott országok energiaintenzitása. Az energiaigényesség csökkentése mellett fontosnak tartja az alternatív energiaforrások használatának növelését, amelytől azt várja, hogy hozzájáruljon a gazdasági növekedés fenntarthatóságának és a környezeti fenntarthatóságnak a javításához is.

A fenntarthatósági hatásterület értelemszerűen behatóbban vizsgálja az energiafelhasználás, üvegházhatású gázok kibocsátásának kérdéskörét. A 2017-es Jelentés indikátorainak kiválasztása során törekedtek a szerzők a fenntarthatóság valamennyi dimenziójának, így a környezeti, társadalmi, gazdasági szempontoknak a megfelelő súllyal való szerepeltetésére. Az energetikát az alábbi indikátorok érintik közvetlenül:

- Üvegházhatású gázok kibocsátása;
- A primer energiafelhasználás mennyisége összesen;
- A megújuló energia aránya a teljes energiatermelésen belül;
- Energiaintenzitás;
- Ühg-intenzitás (tonna/millió ft) és az energiafogyasztás ühg-intenzitása;
- A háztartások egy főre jutó végső energiafelhasználása;
- A lakosság levegőszennyezettségi (légköri szilárdrészeske-kibocsátás és ózonkibocsátás általi) veszélyeztetettsége;

- Ökológiai lábnyom.

A fenntarthatósági hatásterület jogos kritikával illeti a hazai megújuló energia biomassza túlsúlyát, ami egyoldalúságot, CO₂ kibocsátást és szállópor kibocsátást is eredményez. (NKE, 2017) Ugyanakkor nem hívja fel a figyelmet arra, hogy a kedvező magyarországi megújuló energia részarány (14,5% 2015-ben) nagyrészt egy olyan statisztikai módszertan alkalmazásának köszönhető, ami valószínűleg 2021-től már nem lesz alkalmazható. A jelenlegi statisztika ugyanis a háztartások megkérdezésén alapszik, 2021-től pedig várhatóan az erdőgazdálkodási adatok (azaz a hivatalosan és fenntartható erdőgazdálkodásból származó biomassza felhasználása) számíthatnak bele a statisztikákba. A fenntarthatósági hatásterület tehát nem számol a jelenlegi megújuló energia részarány statisztikai bizonytalanságával.

A Jó Állam módszertana alapján az ország kormányzásának minőségét 6,7%-ban befolyásolja az ország energetikához kötődő teljesítménye, ennek részeként pedig a megújuló energetikai teljesítmény 3,3 %-ban határozza meg az kormányzás jóságát.

Energetikai szempontú kritika lehet, hogy nincs az energiaimportra vonatkozó önálló indikátor, noha Magyarország energiaimport függősége 2016-ban 55,6%-os, és az energiaimport döntő része egy országból, Oroszországból származik.

További kritikaként az fogalmazható meg, hogy annak ellenére, hogy a fenntarthatósági hatásterület célja a gazdasági-társadalmi-környezeti fenntarthatóság együttes mérése, a fenntarthatósági hatásterület nem teremt közvetlen kapcsolatot a környezeti és a gazdasági teljesítmény között. Ehhez képest a pénzügyi-gazdasági versenyképességi hatásterület alkalmaz energetikai indikátort is; javasolt tehát a két hatásterület kölcsönhatásainak egyeztetése és ezáltal a fenntarthatósági indikátorrendszerben valóban összetett szemléletet alkalmazni.

Összegezve a megújuló energiaforrások használatának a szerepét a versenyképességi ország rangsorokban, változatos képet mutat a vizsgált hat index. Van olyan értékelési módszer, amely közvetlenül az energetikát sem érinti (GTCI), és van olyan, amelynél a megújulóenergia használat akár 10%-ban is magyarázza a rangsorban betöltött helyezést (Solability). Elmondható, hogy az IMD, WEF, Solability, Jó Állam alapján csekély mértékű, de közvetlen összefüggés mutatható ki a megújuló energetikai teljesítmény és a nemzetgazdaság versenyképessége között. Az 5. táblázat bemutatja, hogy az energetikai, illetve megújuló energetikai indikátorok milyen mértékben határozzák meg az adott kompozitmutató értékét. A százalékos érték az adott területet vizsgáló tényező arányát jelzi az összes vizsgált tényezőben, figyelembe véve az adott kompozitmutató súlyozási rendszerét.

5. táblázat: Az energetikai teljesítmény közvetlen hatása a versenyképességi helyezésekre.

	IMD	WEF	Solability	Világbank	GTCI	Jó Állam
Energetika hatása	2,9%	0,9%	17,9%	10,0%	0,0%	6,7%
Megújuló energia hatása	1,5%	0,0%	11,3%	0,0%	0,0%	3,3%
Összes tényező	340	114	106	10	68	150

száma						
-------	--	--	--	--	--	--

Forrás: saját szerkesztés, saját kutatás alapján, 2018

A közvetlen összefüggés mellett pedig mindegyik index értékeli az általánosabb környezeti teljesítményt (pl. ÜHG kibocsátás), e mellett az innováció területét, a nemzetgazdaság diverzifikáltságát, a külkereskedelmi mérleget, amely vonatkozásokban - a mérésekkel kimutatott értéken túl is - igazoltnak tekinthető a megújuló energia hasznosításának közvetett versenyképességi hatása is.

4.2.3. Megújuló energiaforrások és környezeti fenntarthatóság a versenyképességi vállalati jelentésekben és indexekben

Az országelemzésekhez hasonlóan a globális vállalatok rangsorolása is felértékelődött az elmúlt években. Ennek szükségét a globalizációval együttjáró nemzetközi pénzügyi befektetések lehetővé válása teremti meg, fő célja ugyanis a befektetők és lehetséges befektetők számára képet nyújtani a vállalatok teljesítményéről és jövő iránti elköteleződéséről. Különböző szempontok szerint optimalizált befektetési politikák vannak, így pl. osztalékfizetésre, adott iparágra, kontinensre és egyéb célokra szűkülhetnek a befektetési irányok.

A környezeti fenntarthatóság és ezzel összefüggésben álló gazdasági fenntarthatóság szintén nagyon fontos befektetési politikává kezd válni. A fenntarthatóság a világszintű befektetések egyik leggyorsabban növekvő területe. A fenntartható befektetések két fő kategóriája ismert: a szociálisan felelős befektetések (Socially Responsible Investments - SRI) és a környezeti, szociális és kormányzási befektetések (Environmental, Social and Governance - ESG). Az SRI befektetések meghatározott kitétségeket, kockázatokat kíván elkerülni, és egyúttal optimalizálni kívánja pakettjét a kívánatos kitétségek, támogatott értékek irányába. Az ESG befektetések a nem-pénzügyi tényezőket próbálja bevonni a befektetési folyamatokba. Ilyen befektetési politikát folytat pl. a Black Rock alapkezelő, aki javasolja a klímaváltozás kockázatát elemezni a befektetéseknél; az ABP Holland nyugdíjalap, aki a fosszilis üzemanyagokkal foglalkozó cégekből 5,3 Mrd EUR befektetést vett ki; vagy egy szintén holland nyugdíjalap célul tűzte ki, hogy újraértékelve befektetési portfólióját, 2020-ig megfelezzék a befektetési széndioxid lábnyomát.

Az ENSZ által támogatott, felelős befektetési irányelvek (Principles For Responsible Investment - PRI) magukba foglalják az ESG szempontokat is. Felelős befektetésként a befektetési döntések azon megközelítését határozzák meg, amely magában foglalja a környezeti, szociális és kormányzási (ESG) tényezőket annak érdekében, hogy jobban kezelje a kockázatokat és fenntartható, hosszú távú hozamokat eredményezzen. Környezeti elemként a klímaváltozás, üvegházhatású gázok kibocsátása, az erőforrások - így a víz - kimerítése, hulladék és kibocsátás, erdőirtás kerülnek azonosításra. Szociális elemként a munkakörnyezetet (beleértve rabszolgaságot és gyermekmunkát), helyi közösségeket, konfliktusokat, egészség és biztonságot, alkalmazottak kapcsolatait és diverzitását vizsgálja. A kormányzási terület pedig a vezetői fizetéseket, vesztegetést és korrupciót, politikai lobbizást és támogatásokat, a vezérkar összetételét, az adóstratégiát tartalmazza. Eddig ca. 70 trillió USD értékű befektetés tartozik a vállaltan PRI befektetések körébe.

A „felelős befektetés” a fentiek alapján egy holisztikus megközelítést tartalmaz,

amely mellett azonban vannak egy-egy témát kiemelő befektetési politikák is, mint pl. a zöld befektetések, etikai befektetések, fenntartható befektetések, hatást vizsgáló befektetések és a már említett szociálisan felelős befektetések.

Ezen folyamatok hatására egyre több tőzsdei vállalkozás építi be működési folyamataiba a fenntarthatóságot annak érdekében, hogy így bekerüljön a fenntarthatósági befektetők növekvő körébe, illetve elkerülje a tőke kivonásokat. (PRI, 2017)

Az 1995-ben alapított RobecoSAM 1999 óta végez vállalati fenntarthatósági elemzéseket (Corporate Sustainability Assessment (CSA)), amelyek a Dow Jones Sustainability Indexek (DJSI) megalkotásának gerincét adják. A cég egy 1929-ben alapított, holland befektetéskezelő vállalat leánycége, kizárólag fenntartható befektetésekkel foglalkozik. Több ezer, nyilvánosan elérhető értékpapírú vállalatot hív meg a kutatásában való részvételre. Iparáganként, 0-100 skálán kerülnek értékelésre a vállalatok (Total Sustainability Score). A CSA általános és ipar-specifikus kritériumokat egyaránt vizsgál, lefedve így a gazdasági, környezeti, társadalmi dimenziókat. Dimenzióként 6-10 kritérium, kritériumonként 2-10 kérdés, azaz iparáganként ca. 80-120 kérdés alapján kerülnek feldolgozásra a vállalati teljesítmények (Robecosam, 2017a).

A vállalatok környezeti teljesítménye kapcsán a RobecoSAM kérdőíve összetett és részletes felmérést készít abból kiindulva, hogy a környezeti teljesítmény minden iparágban lényegi kérdéssé válik. Az átláthatóság - megfelelő jelentéskészítéssel és vezetői szintű ellenőrzéssel keresztül - növeli a befektetők és a vásárlók bizalmát és pozitívan befolyásolja a vállalat reputációját és a márka értékét. A felmérés alapján minden vállalkozás nyilatkozik a következő környezeti teljesítményekről, a nyilatkozat tartalma alapján kerül a befektetők számára nyilvános módon rangsorolásra, értékelésre a vállalat:

- Környezeti teljesítmények a nyilvánosan elérhető vállalati jelentésekben;
- A környezeti kulcs teljesítmény indikátorok (Key Performance Indicators), azok konkrétan elérendő célja és céldátuma;
- A vállalat környezeti politikája;
- Környezet-menedzsment rendszerek (Environmental Management System) megléte, hitelesítése, auditálása;
- Működési ökohatékonyosság: Porter gondolatának megfelelően (Porter, 2011), a RobecoSAM álláspontja szerint is minden iparágban alacsonyabb költségekhez és esetenként új üzleti lehetőségekhez járulhat a természeti erőforrások felhasználásának és a hulladékok termelésének csökkentése, emiatt vizsgálja a vállalatok ökohatékonyosságát is. Az éves közvetlen és közvetett ÜHG kibocsátást, és azok adott évi célját, a teljes energiafelhasználást megújuló és nem megújuló forrás szerint (ezek költségeit is), a vízfelhasználást és a hulladéktermelést is. (RobecoSam, 2017b)

A DJSI hazai vonatkozása, hogy mind 2016-ban, mind 2017-ben - a közép-kelet-európai régióból egyedüli vállalatként - a Mol Nyrt. bekerült az indexbe, annak a felső 15%-ába tartozó értékkel. (MOL, 2017) (Világszinten mindössze 10 integrált olaj-és gáztársaság került be az indexbe.)

A RobecoSAM meglátása szerint a fenntarthatósági kihívások alakítják a vállalatok

versenyképességi kilátásait; kiemelkedő teljesítményűek azon vállalatok, amelyek kezelik az ezzel kapcsolatos kockázataikat. A fenntarthatósági akciók üzleti eredményt, beruházási filozófiákat befolyásolhatnak. Mintegy 60 Mrd USD fölött rendelkező, 1500 befektető (befektetői alap) gondolja úgy, hogy a fenntarthatóságot integrálni szükséges a befektetési döntésekbe.

A vállalatokra vonatkozó értékelések, rangsorok fontos alapforrásai a kötelező, vagy önkéntes vállalati jelentések. A könyvelés elvárt gyakorlatát nemzetközi standardok szabályozzák, illetve az Európai Unióban az értékpapírt kibocsátó vállalkozásokra kötelező átláthatósági szabályok vonatkoznak, ezek a szabályok meghatározzák a pénzügyi jelentéskészítések gyakoriságát és tartalmát (2004/109/EK Irányelv). 2014-ben pedig EU-s Irányelv került elfogadásra a nagyvállalatok kötelező, nem-pénzügyi jelentéskészítési kötelezettségére vonatkozóan (2014/95/EU Irányelv). Ennek értelmében nagyvállalatok számára kötelező a működésük körülményeiről is jelentést tenni a környezetvédelmi, szociális és foglalkoztatási kérdésekre, az emberi jogok tiszteletben tartására, a korrupció elleni küzdelemre és a megvesztegetés kérdéseire vonatkozóan. A nem pénzügyi kimutatásnak a környezetvédelmi kérdések vonatkozásában tartalmaznia kell “a vállalkozások környezetre, és szükség szerint az egészségre és biztonságra kiható műveleteinek aktuális és előre látható hatásaival, a megújuló és/vagy a nem megújuló energiaforrások használatával, az üvegházhatásúgáz-kibocsátással, a vízhasználattal és a légszennyezéssel kapcsolatos részleteket”. Az EU összekapcsolja a hosszú távú profitabilitást a felsorolt tényezőkkel: „A nem pénzügyi információk közzététele a hosszú távú profitabilitásnak a társadalmi igazságossággal és a környezetvédelemmel való összekapcsolása révén valóban létfontosságú a fenntartható globális gazdaság felé való elmozdulás érdekében. Ebben az összefüggésben a nem pénzügyi információk közzététele segíti a vállalkozások teljesítményének és társadalomra gyakorolt hatásának mérését, nyomon követését és irányítását.” (2014/95/EU Irányelv preambuluma)

Az önkéntes fenntarthatósági jelentések közül a legrégebbi és legszélesebb körben elfogadott standard a “GRI Sustainability Reporting Standards”. 1997 óta jelentenek vállalatok a GRI standardja alapján, napjainkban a világ 250 legnagyobb vállalatának 93%-a GRI standard alapján írja fenntarthatósági jelentését. A fenntarthatósági információk közzététele hitelességet biztosít, segít azonosítani és kezelni a kockázatokat. A GRI a jelentések jótékony hatását várja a társadalmi jóllét, jobb munkahelyek, kevesebb környezeti kár, tiszta vízhez való hozzájutás, kevesebb gyermek és kényszermunka, nemek közti egyenlőség tekintetében. (GRI, 2018)

A beruházók körében megjelent tehát az igény a tőzsdei nagyvállalatok pénzügyi eredményein túlmutató, a fenntarthatósággal kapcsolatban álló tevékenységének megismerésére vonatkozóan is. Ezzel együtt, illetve ennek eredményeként mind a kötelező, mind az önkéntes jelentéstételben helyet kapott a környezeti információk közzététele fontossága is. Ez arra utal, hogy a vállalatok értékelésében, a beruházói döntések meghozatalában a jövőben fontosabb szerepet fog játszani a vállalatok környezetre való hatása, illetve a környezeti-szociális fenntarthatóság és a pénzügyi-gazdasági fenntarthatóság ok-okozati összefüggésbe kerül.

4.2.4. Versenyképesség a környezeti teljesítménnyel foglalkozó indexekben

Az eddigiekben feldolgozásra került, hogy az ország,- és vállalati értékelésekben milyen szerepet játszik jelenleg a megújuló energiaforrások és fenntarthatóság kérdésköre, azaz a versenyképesség feltételének számít-e a környezetközpontúság. A továbbiakban megfordítva a logikai sorrendet, kifejezetten a környezeti teljesítménnyel foglalkozó indexeket veszem sorra azt vizsgálva, hogy azokban milyen szerepet játszik a versenyképesség, és a környezetközpontúságnak eredménye-e a versenyképesség?

ENSZ - System of Environmental-Economic Accounting

Az ENSZ 1993 óta dolgozott azon, hogy a környezeti és gazdasági együttműködések megfelelően mérhetőek és összehasonlíthatóak legyenek. (ENSZ, 2017a) Az ENSZ Statisztikai Bizottsága 2012-ben fogadta el nemzetközi statisztikai sztenderdként a Környezeti-Gazdasági Számlák Rendszerének Központi Keretét (Central Framework of the System of Environmental-Economic Accounting, SEEA). Az SEEA hasonlóan a Nemzeti Számlák Rendszeréhez (System of National Accounts SNA), egy adott területen elért eredmények összehasonlítását lehetővé tevő rendszer; az SEEA fő célja a fenntartható fejlődés mértékének mérése. Az SEEA fő kérdései:

- Ki részesül előnyben a természeti erőforrások hasznosításából? A környezetnek milyen hatásai vannak egy országra és annak gazdasági szektoraira?
- A természeti erőforrások kimerülése mennyiben befolyásolja egy nemzet reáljövedelmét? A kormányzat átvállalja a kimerülés költségeit? Mik egy nemzet jólétének összetevői?
- Megfigyelhető-e trend a fenntartható erőforrások termelésében és felhasználásában? Milyen gazdasági eszközök vannak, és mi a hatása az új eszközöknek?

Az SEEA alrendszerei a víz és energia területei. Az energiával kapcsolatos kérdései:

- Megfizethető, gazdaságilag és környezetileg fenntartható-e az energiaellátásunk?
- Mi a felhasznált energiatermékek összetétele és milyen különböző fogyasztók használják ezeket? Mi az energiamixünk károsanyag-kibocsátása? Milyen összhatása van a felhasznált energiaforrásoknak a teljes energiarendszer egészére, így pl. az energia árára, jövedelem-arányos energetikai kiadásokra, elért profitra stb.?
- Mi a különböző intézkedések, politikák hatása a környezetre, üzletre, háztartásokra? Milyen kibocsátás-csökkentő, vagy megújuló energiák felhasználását ösztönző intézkedések vannak, ki finanszírozza ezeket? Hogy változik a megújuló energiaforrások felhasználása hosszabb időtávon?

A SEEA Központi Kerete mellett - annak kiterjesztéseként - kidolgozásra került a SEEA Experimental Ecosystem Accounting (SEEA-EEA) módszer is, mint a környezeti javak mérésének eszköze. Környezeti javaknak tartják a Föld minden természetesen megjelenő élő- és nem élő elemét, amelyek összességében a biofizikai környezetet alkotva az emberiség számára előnyöket teremthetnek. Míg a SEEA Központi Kerete megkülönbözteti az egyes elemeket, addig az SEEA-EEA komplex ökoszisztémaként tekint a környezeti javakra.

Bertelsmann Stiftung - Social Justice Index

A Bertelsmann Stiftung “Social Justice” indexe hat dimenzió mentén vizsgálja a társadalmi igazságot az EU országokban. Azokat a területeket foglalja össze, amelyek az egyén társadalomban való részvételének lehetőségeit alapozzák meg. A vizsgált hat dimenzió különböző súllyal számít bele a végső értékbe. A dimenziók 28 kvantitatív és 8 kvalitatív indikátort tartalmaznak. A dimenziók közül a “szegénység megelőzés” háromszoros, “egyenlő oktatás és munkapiaci hozzáférés” kétszeres, a “szociális kohézió és diszkrimináció-mentesség”, “egészség”, valamint “generációk közötti igazság” (intergenerational justice) pedig egyszeres értékkel kerülnek elszámolásra.

A generációk közötti igazság dimenzió három komponenst vizsgál annak mentén, hogy a jövő nemzedékei számára milyen terheket, vagy lehetőséget hagynak örökül a mai generációk. Maga a dimenzióterület tehát nagyon komplex, sok területet próbál lefedni. Az ifjúság, család, időspolitika, elöregedés komponense és a fiskális fenntarthatóság mellett itt jelenik meg a környezeti fenntarthatóság kérdésköre. Ez utóbbi egy kvalitatív, a környezetpolitikát leíró tényezőn, illetve két kvantitatív, az egy főre jutó ÜHG-kibocsátáson és a megújuló energia felhasználásán keresztül kerül bemutatásra. (Schraad-Tischler et al., 2017)

Magyarország az index 2008-as alkalmazása óta a legrosszabbul teljesítő harmadban van, mind a hat vizsgált dimenzió vonatkozásában. 2016-ban a 23-ik helyen szerepelt.

A módszertan jelentős különbségeket tár fel a V4 országok között, ugyanis Csehország az összesített 4-ik, Lengyelország a 14-ik, Szlovákia a 17-ik helyen áll 2016-ban, Magyarország 23-ik helyéhez képest. A generációk közötti igazság dimenzió részletes értékelésére nem tér ki a 2016-os jelentés, Magyarország azonban e téren is alulmarad a V4-es országokhoz képest (CZ 9; PL 11; SK 18; HU 24).

Szintén a Bertelsmann Stiftung gondozásában készül a “Sustainable Governance Indicators” elemzés, amely - többek között - bővebben fejti ki a környezetpolitikával kapcsolatos aspektusokat. Az értékelés a jó kormányzást és a fenntartható fejlődést köti össze három fő dimenzió keresztül: politikai teljesítmény (gazdasági, szociális és környezetpolitikai), demokrácia (a demokrácia minősége) és kormányzás (vezetői képességek és vezetői hitelesség) területét vizsgálva. Környezeti tényezőként a környezetpolitikán belül a biodiverzitás, anyag-újrahasznosítás, hulladék-keletkezés, vízhasználat, szállópor-kibocsátás, valamint a felhasznált energia GDP-arányos produktivitása, egy főre jutó ÜHG-kibocsátás és a megújuló energiafelhasználás kerül értékelésre. Magyarország vonatkozásában a kilenc tényező közül legrosszabb a szállópor-kibocsátás és a megújuló energiafelhasználás értéke, ugyanakkor maga a környezetpolitika még így is jóval kedvezőbb helyezést kapott az ország-rangsorban, mint a gazdaság, -és szociálpolitika, demokrácia vagy kormányzás.

World Energy Council – World Energy Trilemma Index

A World Energy Council (WEC) 2010 óta, 125 országra készíti el World Energy Trilemma indexét (WEC, 2017). A WEC három kritérium mentén vizsgálja az energetikai rendszerek fenntarthatóságát: energiabiztonság (energy security), energiaegyenlőség (energy equity), és környezeti fenntarthatóság (environmental sustainability). A WEC úgy véli, hogy e három tényező egyensúlyban tartása

trilemmát jelent bár, de ez az egyensúly az alapja az országok előrehaladásának (prosperitásának) és versenyképességének.

Az index energiabiztonság alatt érti a primer energiaforrások hatékony menedzsmentjét mind belföldi, mind külföldi forrásokból; az energia infrastruktúra megbízhatóságát; valamint a jelen és jövő keresletének megfelelő energiatermelők elérhetőségét. Energiaegyenlőségként határozza meg az egész népesség számára fizikailag elérhető és anyagilag megfizethető energiakínálatot. A környezeti fenntarthatóság jelentése pedig energiahatékonyság az energiakínálat és energiakereslet oldalán, valamint fejlesztés az alacsony karbonkibocsátású energiatechnológiák kínálata terén. Az index részletes pontrendszere technológiásemleges, azaz a megújuló energiaforrások alkalmazása önmagában nem jelent előnyt a pontozás során, hanem az ÜHG-jellemzők határozzák meg a környezeti fenntarthatóságot.

A három fő tényezőre vagy dimenzióra adott pontok tehetik ki az összpontszám 90%-át (27 indikátor alapján), míg a maradék 10%-ot az ország általános energetikai, beruházási környezetének állapota határozza meg (15 indikátorban).

A trilemma elnevezés oka, hogy a vizsgált három tényező között trade-off-ok vannak, azaz pl. nem fog egy ország maximális pontot kapni a környezeti fenntarthatóságra akkor, ha bár megújuló energiaforrásokat használ 100%-ban, energiahatékonyság szempontjából viszont elmaradott. Hasonlóan, ha megújuló energiaforrásként csak egy forrásra támaszkodik az adott ország, akkor az energiabiztonsági pontszáma lesz alacsonyabb, hiszen ez esetben nem kellőképpen diverzifikált az energiaellátása.

A 2017-es összesített és komplex rangor első tíz helyezettjében Új Zéland kivételével csak európai országok szerepelnek. A vizsgált 125 országból összesen 8 db-nak ítéltek AAA minősítést, azaz mindhárom szempont szerinti kiemelkedő teljesítményt (Dánia, Svédország, Svájc, Egyesült Királyság, Norvégia, Spanyolország, Olaszország, Szlovákia). A tényezők külön-külön rangsora azonban sokkal változatosabb: energiabiztonságban és környezeti fenntarthatóságban csak hét európai ország, energiaegyenlőségben hat európai ország kap helyet (és nem feltétlenül ugyanazok az európai országok szerepelnek az első tíz között). Európa országai jellemzően A-kategóriások, azonban a környezeti fenntarthatóságban több európai ország is B-kategóriás, alacsonyabb besorolást kapott a négyfokú skálán. Érdekeség ugyanakkor, hogy a kontinensek közül így is Európa a leginkább élenjáró a környezeti fenntarthatóságban: Észak-Amerika, Ausztrália C, Ázsia D kategóriát kapott 2017-ben, Afrika és Dél-Amerika pedig igen vegyes képet mutatnak. (Összesített értékelésben Európa, Észak-Amerika és Japán szerepelnek a felső negyben.)

A WEC World Energy Trilemma Indexe tehát három tényezőhöz köti az országok előrehaladását és versenyképességét: a biztonságos energiaellátáshoz, az elérhető energiához és a környezetileg fenntartható energiához. A WEC indikátorrendszeréből és értelmezéséből következően a megújuló energiaforrások alacsony (vagy zéró) karbontartalmuknak köszönhetően képesek az előremutató energiamixhez hozzájárulni, amennyiben az energiabiztonság és a költségek kriptiumait is teljesítik. Mindezekkel előrébb helyezkednek el, mint bármely fosszilis alapú energiahordozó. A WEC értékelése azonban nem tesz különbséget a megújuló és a nukleáris energiahordozók között: diverzifikált és elérhető költségű energiamix részeként mindegyik kedvező elbírálásban részesül, alacsony (vagy zéró) karbontartalmuk miatt.

Yale University - Environmental Performance Index

Az Environmental Performance Index (EPI) 180 országot rangsorol bizonyos nagy prioritású környezetvédelmi teljesítményük alapján, alapvetően az emberi egészség és az ökoszisztéma védelme területén. A kilenc prioritást 20 indikátor méri fel. Az index vállalt célja, hogy az országteljesítmények összehasonlíthatósága egészséges versenyt eredményezzen az index által mutatott látkép alapján. A módszertan nem egymáshoz képest rangsorolja az országokat, hanem egy elméleti célrendszerhez, amelyet a nemzetközi szerződések, a tudomány által felállított küszöbértékek és a legjobban teljesítők által nyújtott szint határoz meg. (Hsu et al., 2016)

A 2016-os jelentés által bemutatott fő trendek közül kiemelendő:

- A halálozások 10%-a rossz levegőminőségnek köszönhető, és ez az arány tendenciájában, meredeken nő, elsősorban a gazdasági fejlődésnek köszönhetően (magnövekedő ipari termelés, közlekedés, városiasodás).
- A Világ népességének a fele rossz levegőminőségű helyen él, Kínában és Dél-Koreában a lakosság fele, Indiában és Nepálban a háromnegyede.

A megújuló energiaforrások érintettsége három vizsgált területen, közvetett módon jelenik meg:

- Egészségügyi hatások: a vizsgált öt tényező közül három áll összefüggésben a megújuló energiaforrásokkal: egyik szempont a lakossági szilárdtüzelésű fűtőberendezésekkel kapcsolatos (háztartási légszennyezés szilárd tüzelőanyagokból), egy másik a szálló por által okozott légszennyezést méri, a harmadik pedig az ózon szennyezést (a maradék kettő a vízminőséget és a közegészségügyet).
- Levegőminőség: Átfedésben az egészségügyi területtel, a szálló por koncentrációja (itt részletesebben) és a lakossági szilárdtüzelésű fűtőberendezések kérdése itt is megjelenik, valamint az NO₂ általános koncentrációja kerül még vizsgálatra.
- Klíma és energia: a terület az országok GDP-arányos CO₂ kibocsátás-csökkentési és villamosenergia-termelési dekarbonizációs lehetőségeit, képességeit vizsgálja. Megállapítja, hogy a fejlődő országok közel fele rendelkezik energiahatékonysági vagy megújuló energetikai célkitűzésekkel, politikákkal. Negatív értékelést kapnak a fosszilis energiafelhasználást ösztönző kormányzati támogatások. (Annak ellenére, hogy a G-20 országok vállalták, hogy évente csökkentik a fosszilis támogatásaikat 2009-től, néhány országban nőnek ezek a közvetlen vagy közvetett szubvenciók. Az USA 35%-kal növelte fosszilis támogatásait 2009 óta, mintegy 20,5 Mrd USD-ral támogatva fosszilis iparágait, ugyanakkor Oroszország is hasonló összeggel, évente 22,8 Mrd USD-vel ösztönzi fosszilis termelését.)

Összeségében az EPI összefüggést mutat ki a jólét és a környezeti teljesítmény között: az egy főre jutó GDP növekedésével általában együttjár a környezeti teljesítmény javulása is.

Sustainable Society Foundation - Sustainable Society Index

A Sustainable Society Foundation 2006 óta, két évente jelenteti meg az általuk létrehozott Fenntartható Társadalom (Sustainable Society) Indexet. Meghatározásuk szerint - részben hasonlóan a Világgazdasági Fórum 1987-es definíciójához - a fenntartható társadalom jellemzői: a jelen generációk igényeit kielégíti úgy, hogy ezzel nem korlátozza a jövő generációit az ő saját igényeik kielégítésében, valamint minden egyes személynek megvan a lehetősége arra, hogy szabadságban, kiegyensúlyozott társadalomban és harmonikus környezetben fejlessze magát. (Sustainable Society Foundation, 2016).

Az alapítvány alapvetően országszintű rangsort állít fel, 154 országra vonatkozóan, ugyanakkor regionális szinten is elindította az elemzést, és dolgozik a helyi szintű indexelésen is.

A fő kérdése, hogy mennyire fenntartható egy ország, mindezt az emberi és a környezeti jóléttel írja le, aminek alapfeltételeként határozza meg a szintén a modellbe beépített gazdasági jólétet. E három dimenziót hét kategóriában, 21 indikátorral írja le. A környezeti jólét két alkategóriája a természeti erőforrások, és a klíma és energia területe. Előbbit a biológiai sokféleséggel, megújuló vízenergia kiaknázásával, fogyasztással (ökológiai lábnyom), utóbbit pedig egy főre jutó energiafelhasználás, energiamegtakarítás (energiafelhasználás változása), ÜHG egy főre jutó mennyisége, megújuló energia részaránya indikátorokkal elemez.

A módszer érdekessége, hogy nem veszi figyelembe a gazdasági teljesítményt, azaz az egyes országteljesítmények nem kerülnek súlyozásra a vásárlóerő-paritáson mért GDP-vel; ugyanígy a gazdasági fejlődés, mint tendencia sem jelenik meg a módszerben. Ennek eredményeként pl. az egy főre jutó ÜHG kibocsátás, vagy energiafelhasználás magas mértéke miatt a fejlett országok hátrább sorolódnak a fejlődő országokkal szemben a környezeti teljesítmény tekintetében. A minden más rangsorban élen járó Svédország ebben az indexben az emberi és gazdasági jólét vonatkozásában itt is az elsők között van, ugyanakkor a környezeti teljesítménye csak az utolsó harmadba sorolódik úgy, hogy Lengyelország is 10 hellyel megelőzi, az első helyeket pedig Burundi, Togo, Lesotho foglalják el.

A Fenntartható Társadalom Indexhez hasonlóan, egy más társaság, a New Economics Foundation által gondozott Boldog Bolygó (Happy Planet) Index sem feltétlenül a gazdag országokat helyezi rangsora elejére. A Boldog Bolygó Index hitvallása (fenntartható jólétet mindenkinek) alapján azok az országok szerepelnek előkelő helyen, amelyek magasabb születéskor várható átlagéletkort és alacsonyabb ökológiai lábnyomot biztosítanak. (New Economics Foundation, 2017)

Hasonló gondolatot fogalmaz meg a Nemzetek Jóléte (The Wellbeing of Nations) kutatás eredménye. A Jólét Index 180 országot elemézve arra következtet, hogy egy ország sincs fenntartható pályán, sem pedig közel ahhoz. A vezető 37 ország magas életszínvonalat biztosít, de "ecosystem deficit country"-ként a globális környezetre túlságosan nagy hatással vannak. 27 ország alig veszi igénybe a környezetet, de közben reménytelenül szegény. A fennmaradó 116 ország pedig kettős hiányban szenved, azaz sem jólétet, sem pedig környezeti fenntarthatóságot nem képesek biztosítani. (International Union for Conservation of Nature, 2017)

RobecoSAM AG - Country Sustainability Ranking

Szigorúan befektetési célból vizsgálva, a RobecoSAM az országvételek kockázatainak értékelésébe hoz be fenntarthatósági kérdéseket (előregedés, versenyképesség, környezeti kockázatok). 17 indikátort vizsgál a következő súlyozással: környezeti 15%, társadalmi 25% és kormányzati 60%. 1-10 skálán értékeli az országokat, a 10 a legjobb, legmagasabb érték. A környezeti indikátorok közül 10%-os a környezeti státusz súlya, a biodiverzitás és az ÜHG-kibocsátás tényezőkkel leírva; 2,5%-ot az energia teszt ki energiaforrások és energiafelhasználást vizsgálva; további 2,5%-ot, környezeti kockázatként pedig a környezeti kockázatoknak való kitettség és kockázatsökkentés kerül megvizsgálásra.

A 2015-es jelentés érdekes megállapítása, hogy az országok bizonyos indikátorokban a jövedelmükkel arányosan, és egymáshoz képest azonos különbséggel teljesítenek (ilyen pl. a hatékonyság, stabilitás, szabályozási környezet minősége), viszont pár tényezőben nem áll fenn az előző összefüggés, mint pl. az előregedés kérdésében, de ilyen terület az energia (ahol minden jövedelemcsoport 5-6-os értékeket kapott) és a környezeti kockázat is. (RobecoSam, 2015)

A vizsgált indexek érdekes képet mutatnak a környezeti fenntarthatóság és a gazdasági versenyképesség összefüggését tekintve. Az ENSZ és a World Energy Council határozottan állást foglal amellett, hogy az országok környezeti teljesítménye hatással van a gazdasági prosperitásra. A Bertelsmann Stiftung nem foglal állást, a Sustainable Society Foundation egyáltalán nem törődik a gazdasági eredményekkel. A Yale és RobecoSAM megállapításai alapján a gazdaságilag jobban teljesítő országok környezetileg is jobban teljesítenek, a két tényező kölcsönösen jótékony hatással van egymásra.

4.3. Zöldenergia, mint versenytényező

A hagyományos energiahordozók korlátozott területi fellelhetősége, a kiépült szállítóvezetékek és egyéb infrastrukturális elemek óriási versenyelőnyt biztosítanak a fosszilis energiahordozókkal és ellátórendszerekkel bíró országok számára. A biztos kereslet által elérhető árbevétel önmagában jelentős előny, azonban a korlátozott helyettesíthetőség politikai befolyásolásra is lehetőséget ad. A fogadó országok számára a fosszilis energiahordozók geopolitikai kockázatokat jelentenek, míg az exportáló országok számára összetett versenytényező a hagyományos energiaforrásokkal való rendelkezés. Ezeket a több évtizedes energetikai-gazdasági-politikai függőségi viszonyokat képesek megbontani a megújuló energiaforrások, mint helyben elérhető alternatívák, és ezzel képesek új összefüggésbe helyezni az energiát, mint versenytényezőt. Az alternatív energiaforrások már azáltal hozzá tudnak járulni a versenyképesség javításához, hogy csökkentik az importált energia és ezzel a jövedelem-kiáramlás mértékét; a megújuló energiatechnológiák, illetve a megtermelt energia exportképességének fejlődése esetén pedig teljesen új energetikai-gazdasági világkép kialakulásához vezethetnek.

Napjainkra az alternatív energiaforrásokkal, a természeti erőforrások felhasználásának hatékonyságával, az ÜHG kibocsátások csökkentésével foglalkozó tevékenységek gazdasági súlya annyira jelentőssé vált, hogy önálló gazdasági ágazatként, a zöldgazdaság gyűjtőszó alá értendők ezek a tevékenységek.

A zöldgazdaság rendszertanilag az ökológiai és a környezetgazdaságtan határterületére helyezhető. Az ENSZ 2008-ban hirdette meg Zöldgazdasági Kezdeményezését (Green Economy Initiative), ami egy világszintű kutatási és országos szintű segítségnyújtási program a politikusok számára, a környezeti beruházások támogatása céljából. Az ENSZ eredményesnek minősíti kezdeményezését, az elmúlt évtizedben 65 ország indult el a zöldgazdaság útján. Az ENSZ értelmezésében a zöldgazdaság az útja a fenntartható fejlődésnek, ami kiirtja a szegénységet, megőrzi az ökológiai határokat, megalapozza az emberi egészséget, jóllétet és fejlődést. Ezzel a jelenleg domináns gazdasági modellel szembeállítja a zöldgazdaságot, meglátása szerint ugyanis az uralkodó elképzelések széleskörű környezeti és egészségügyi kockázatokat képeznek, ökológiai és erőforrás hiányához vezetnek, és egyenlőtlenségeket szülnek. A zöldgazdaság fenntarthatóságot és társadalmi egyenlőséget, stabil és prosperáló pénzügyi rendszert biztosít a véges és törekeny bolygó keretei tiszteletben tartásával. (ENSZ, 2018)

A zöldgazdaság kapott tehát a környezeti dimenziók mellé egy társadalmi-egyenlőségi megközelítést is az ENSZ értelmezésében, bővítve ezzel a szigorúan csak a környezeti fenntarthatóságra és annak gazdasági hátterére vonatkozó elképzeléseket.

A zöldgazdaság tudományos és diplomáciai elfogadottsága nagymértékben köszönhető Sir Nicholas Stern-nek, aki Tony Blair brit miniszterelnök felkérésére 2006-ban megírta az első közgazdasági szempontból elfogadottnak tartott jelentést a globális felmelegedésről. A Stern-jelentés a klímaváltozásnak a világgazdaságra leselkedő kockázatát hangsúlyozza, megoldásként javasolva a GDP 1-1,5%-át a CO₂ kibocsátás csökkentésére fordítva megelőzni azt, hogy később ne kelljen a GDP 10-15%-át a klímaváltozás hatásainak kiküszöbölésére, károk elhárítására, veszteségként elkölteni. A Stern-jelentéshez köthető a zöldgazdaság elfogadottá válása és gazdasági rendszertani értelemben a zöldgazdaság egyik ágaként a karbongazdaság kialakulása. (Stern, 2006)

A karbongazdaság név megtévesztő lehet, mivel az valójában nem karbonnal, hanem karbon, azaz szén megtakarításával foglalkozik. Valójában tehát a karbongazdaság a zöldgazdaság része, ez utóbbinak pedig eredendő célja az üvegházhatású gázok kibocsátásának elkerülése közvetlen módon, illetve közvetve a megújuló energiaforrások felhasználásának növelésén és az energiahatékonyságon keresztül.

Fogarassy értelmezése szerint: „Az alacsony karbon-kibocsátású gazdaság (low-carbon economy) koncepciója arra a közös megegyezésre támaszkodik, mely szerint a tudósok és a társadalom döntő többsége úgy gondolja, hogy az emberi tevékenységgel kibocsátott ÜHG és különösen a CO₂ az atmoszférában olyan klimatikus hatásokat okoz, amely hosszú távon rendkívüli mértékben veszélyeztetheti az emberi életfeltételeket, illetve az ökológiai rendszerek stabilitását. A globálisan értelmezett alacsony karbon-kibocsátású gazdaság elméleti rendszere a klímakatasztrófák elkerülése érdekében, a zero-karbon kibocsátású gazdasági rendszerek létrehozását, illetve a megújuló energia vagy zöldenergia gazdaság kiépülését preferálja.” (Fogarassy 2009, p. 7.)

A 2006-os Stern-jelentés javasolt klímapolitikai eszközrendszere a következő volt (Stern, 2006):

- Emisszió-kereskedelem: a legerősebb és legköltséghatékonyabb útnak gondolta az emissziókereskedelmi rendszereket, azok bővítését és összekapcsolását világszerte.
- Technológiai együttműködések: Az energetikai K+F támogatások összegének legalább megkettőzését, és az alacsony karbontartalmú technológiák támogatásainak ötszörözését javasolta. Az energiahatékonyságot nemzetközi együttműködések keretében létrehozott terméksztenderdek útján javasolta fejleszteni.
- Erdőirtások megállítása: Abból a felismerésből kiindulva, hogy az erdőirtások nagyobb súlyt nyomnak a globális kibocsátásban, mint a közlekedési szektor, rendkívüli költséghatékonyaságú eszközként javasolta az erdőirtások elkerülését.
- Adaptáció: A legszegényebb országok a leginkább kitettek a klímaváltozásnak, az ő részükre pénzügyi támogatások és információ biztosítása szükséges ahhoz, hogy fel tudjanak készülni a klímaváltozás hatásaira, illetve alkalmazkodni tudjanak azokhoz.

Fogarassy a kibocsátás-csökkentést célzó szakpolitika három fontos elemeként határozta meg a szénhasználat beárazását (adóval, kereskedelemmel vagy szabályozással), a technológiapolitikát, és a magatartásbeli változások terén lévő akadályok megszüntetését. (Fogarassy 2009, p. 7.)

A karbongazdaság, mint végső eredményként az emissziócsökkentést megcélzó ágazat fő eszközeivé váltak a következők, az Európai Unió e megközelítés alapján tervezi elérni céljait:

- A közvetlen emissziócsökkentés (szűrők, tisztítóberendezések alkalmazása, vagy alternatív alapanyagok hasznosítása az ipari folyamatokban);
- A megújuló energiaforrások és nukleáris energia, mint tiszta energiaforrások használata (alternatív energiaforrásként az égetés során szennyező anyagokat kibocsátó fosszilis energiahordozókkal szemben);
- Az energiahatékonyság (a felhasznált energia mennyiségének csökkentése pl. hőszigeteléssel, hatékonyabb energiaátalakítással, vagy kisebb energiafogyasztású készülékekkel);
- Kiegészítésként pedig az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást, az adaptációt érdemes megemlíteni, mint a karbongazdaság egy lényeges kapcsolódó területét.

Az európai klíma-és energiapolitika jelzett intézkedéseihez megfelelő szabályozások, ösztönzők és szankciók is tartoznak. Így az emissziócsökkentés két fő eszköze az Emisszió Kereskedelmi Rendszer és az Erőforrás Megosztási Szabályozás, a megújuló energiaforrásokra vonatkozóan EU-s és (2020-ig) nemzeti szintű kötelező részarány-előírások, az energiahatékonyság tekintetében szintén EU-s (és 2020-ig nemzeti) energiamegtakarítási előírások, és mindezekhez kapcsolódó finanszírozási eszközök (a vissza nem térítendő támogatások felől egyre inkább a visszatérítendő támogatások irányába haladva).

A zöldgazdaság és karbongazdaság a fentiek értelmében a gazdasági-környezeti-társadalmi fenntarthatóság záloga, és mint ilyen, szemben áll a nem zöld alapokon nyugvó, valamint karbonkibocsátást eredményező gazdaságokkal.

A hagyományos, ÜHG-kibocsátással járó tevékenységeket ugyanakkor nemhogy semleges, hanem versenyképességet hátráltató, korlátot jelentő tevékenységekként is határozzák meg a legújabb elméletek.

A “stranded assets” kifejezés a hosszútávú klímapolitikai célkitűzésekhez kötődően került be a szakirodalomba. A kifejezés olyan már megvalósult eszközöket, beruházásokat jelent, amelyek valamilyen oknál fogva nem képesek a becsült gazdasági élettartamuk végéig gazdasági értéket teremteni. A bezárást, idő előtti leírást jellemzően valamilyen piaci vagy szabályozási okok váltják ki. (IEA, 2013b)

A stranded assets kifejezés, mint a klímaváltozáshoz kötődő kiemelt és kezelendő pénzügyi kockázat egyre több helyen jelenik meg, és készíti valamilyen állásfoglalásra az elsősorban karbonintenzív energetikai vállalatokat. A fogalomra a leggyakrabban hivatkozott példa a fosszilis tartalékok kérdése: valóban lehet-e arra számítani, hogy a vállalatok könyveiben meghatározott pénzügyi értéken szereplő szén, -olaj, - és gázkészletek teljes egészében kiaknázhatóak lesznek a jelenleg tervezett időtávon, a jelenleg tervezett pénzügyi értéket teremtve? A Párizsi Megállapodással vállalt maximum 2 °C-os átlaghőmérséklet-emelkedés elérése érdekében egyre szigorúbb klímapolitikai szabályozások (karbonár-rendszerek alkalmazása, kibocsátási normák szigorodása), valamint a fogyasztói szempontok alakulása (pl. szénvállalatok negatív megítélése) ahhoz vezethetnek, hogy a vállalatok könyveiben szereplő fosszilis tartalékok nem lesznek teljes egészében kiaknázhatóak, és ezzel a fosszilis energiákat hasznosító vállalatok értéke is drasztikusan csökkenhet. Egyes álláspontok szerint a vállalatok jelenlegi könyv szerinti érték-nyilvántartásaiban több ezer milliárd dollár olyan eszköz szerepel, amelyek stranded asset-ként leírásra fognak kényszerülni. A Carbon Tracker Initiative, mint a téma kiemelt képviselője 2013 óta hívja fel a figyelmet a problémára. Becslésük szerint a vállalatok könyveiben szereplő szén, olaj, gáztartalékok 60-80%-a nem használható fel, ha a Párizsi Megállapodást ténylegesen meg kívánják valósítani. Számításaik szerint a listázott tartalékok felhasználása 762 Gt CO₂ egyenértékű kibocsátást eredményezne, de ennek kevesebb, mint fele is már 3 °C-os emelkedést okozna. A Carbon Tracker szerint 2012-ben 4 ezer milliárd dollár könyv szerinti értékű rezervoárok 1,27 ezer milliárd dollár értékű hitelezést tettek lehetővé, valamint évente 674 milliárd dollár kerül elköltésre újabb, egyértelműen stranded assets beruházásokra, az ezáltal keletkező pénzügyi karbonbuborék “carbon bubble” értéke 6 ezer milliárd dollár. (Carbon Tracker Initiative, 2013)

A könyv szerinti érték-alapú megközelítés mellett van bevétel-alapú elemzés is, Kepler Cheuvreux 2014-ben 28 ezer milliárd dollárra teszi a 2013 és 2035 közötti bruttó bevételeket. A Citigroup pedig 'Energy Darwinism II' tanulmányában 100 ezer milliárd dolláros értéken figyelembe veszi azon rezervoárokat is, amelyek még nem szerepelnek a könyvekben, de a vállalatok jövőbeli értéke megítélésekor figyelembe kell venni. (Baron - Fischer, 2015)

Ausztria új energiastratégiája kézzel foghatóvá teszi a stranded assets problémakört, ugyanis már 2020-tól tiltaná a fűtőolajjal működő fűtési rendszerek telepítését. A meglévő többszázezer fűtőolajos fűtési rendszert pedig fokozatosan állítaná át megújuló energia alapú rendszerekre. Azaz a jelenleg az olajfűtési rendszereket ellátó vállalatok már rövidtávon is számíthatnak arra, hogy a meglévő készleteik stranded assetté válnak, üzleti tevékenységük folyamatos leépítésre fog kényszerülni. (BMVIT, 2018)

A stranded asset és carbon bubble probléma tehát létező és kezelendő kockázat, a World Economic Forum elemzése alapján is (WEF, 2017). Ugyanakkor a stranded

asset probléma érzékeny megközelítést követel a fenti becslések hatalmas szórása, valamint amiatt, mert a fosszilis természeti erőforrások nemcsak az energiaipar, de a feldolgozóipar (és ezen keresztül a fogyasztói társadalom valós szükségletei) részére is jelenleg nélkülözhetetlen és nem, vagy nagyon nehezen kiváltható alapanyagok.

A szénszálas technológiák egyre jelentősebbek, mint építőipari, autóipari alapanyagok. A kőolaj és földgáz, mint a műanyaggyártás alapanyagai kiváltására a biológiai eredetű alapanyagok egyelőre nem jelentenek valós alternatívát. Az Egyesült Államok kőolaj-felhasználásának ca. 70%-a kerül közvetlenül közúti hajtó-, vagy fűtőanyagként felhasználásra, majdnem 10%-a légiközlekedési kerozin, illetve több, mint 10%-a petrokémiai célt szolgál, a maradék 10% pedig aszfalt, kenőanyag és egyéb anyagként hasznosul. A kőolajból származó, légiközlekedésben használt kerozin kiváltására még nincs megnyugtató megoldás. Szintén az Egyesült Államokban a földgázfelhasználás egyharmada ipari szegmensben történik, ennek jó része petrokémiai felhasználás. (EIA, 2017).

Mindemellett, a stranded asset probléma megfelelő kezelésére fel kell készülnie nemcsak a vállalatoknak és az érintett nemzetgazdaságoknak, de a globális pénzügyi piacoknak is mind a fogyasztói gondolkodás megváltozása (részvényeladás), de a nemzetközi klímavállalások szorítása miatt is. Amennyiben sikerül biztonságos átmenettel leírni a valóban nem “elégethető” tartalékokat, úgy az csak az érintett vállalatoknak és országoknak jelent versenyhátrányt a tiszta energiákra már áttért országokkal szemben. Ellenben, ha nem időben kerül sor a probléma megoldására, akkor a “carbon bubble” kipukkanása globális pénzügyi és gazdasági válságot idézhet elő. (Rozenberg et al., 2014)

A megújuló energiaforrások, mint zöldenergiák kapcsán tehát egyszerre van jelen a szakirodalomban és a közvélekedésben a támogatói megnyilvánulás (a fenntarthatóság záloga) és az ellentétképzés (ami nem zöld, az gazdaságilag is fenntarthatatlan).

A továbbiakban megvizsgálásra kerül, hogy mindezen szempontok hogy hatnak az energiafelhasználási kitekintésekre, energiastratégiákra, klímacélokra, beruházásokra, és részletesebben az Európai Unió megújuló energetikai teljesítményére.

4.3.1. Energiafelhasználási kitekintések

International Energy Agency - World Energy Outlook 2017

A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) 2017-es kitekintése kiemelt figyelmet fordít Kínára, a földgázra és a dinamikusan változó energetikai piacra. Kína a megújuló energia, a hatékonyság és az innováció globális vezetőjévé vált. Kína mellett kiemelt fókuszterület a globális gázpiac, aminek gyors átalakulása tapasztalható, két tényezőnek köszönhetően: az USA által vezetett palagáz forradalomnak és az LNG forradalomnak, amelyek erősen tesztelik a hagyományos gázüzletet és árazási modelleket. (IEA, 2017b)

Az IEA korábbi, 2016-os kitekintése szerint 2040-ig 30%-os energiaigény növekedés várható, szinte minden energiaforrás felhasználásának növekedését okozva. A megújuló energiaforrások teszik ki a növekmény felét. Az olaj kereslete 103 Mb/d

(millió hordó naponként) szinten tetőzik 2040-ben. A szénfelhasználás néhány év múlva eléri maximumát, utána szinten marad. A jelentősebb nukleáris fejlesztések Kínában várhatóak. A napenergia tekintetében a legnagyobb növekmény Kína és India területén várható. A nagyfokú energiaigény növekedés ellenére, a jelenlegi 1,2 Mrd helyett még 0,5 Mrd ember áramellátás nélkül fog élni, még mindig 1,8 Mrd ember szilárd biomasszát fog sütéshez-főzéshez használni a jelenlegi 2,7 Mrd főből. A világszintű dekarbonizációt a Párizsi Megállapodás-ban tett országígéretet fogják vezérelni. Az elektromos járművek száma 2025-re 30 milliót, 2040-re 150 milliós darabszámot fog elérni, amely napi 1,3 Mb/d olajigény csökkenést eredményez. A közlekedési elektrifikációhoz 2040-ig szükségesek a támogató politikák és intézkedések - amennyiben ezek még erősebbek, akkor 2040-re 715 millió elektromos autó is lehet, napi 6 mb olajfelhasználás csökkenést okozva.

A megújuló tekintetében: a 2040-ig beépülő áramtermelő kapacitások közel 40%-a megújuló energia alapú lesz, és ugyanekkor a legtöbb megújuló már támogatások nélkül versenyképes lesz a fosszilis termeléssel szemben. A fotovoltaiikus termelés 40-70%-kal olcsóbb lehet, a szélenergia technológiája 10-25%-os csökkenéssel kalkulálható. (IEA, 2016)

BP - Energy Outlook 2017

A BP 2017-es előrejelzése szerint 2035-ig az energetikai világtérkép a következőképpen alakul, illetve a következőkben tárgyalt tényezők fogják alakítani azt (BP, 2017b).

Alapvetően energetikai átalakulás zajlik és fog zajlani a következő két évtizedben, a kereslet súlypontja az amerikai és európai piacok felől az ázsiai fogyasztók irányába toódik, míg a kínálati oldalon folytatódik a fosszilis energiaforrások irányából az átállás az alacsony karbontartalmú üzemanyagok felé.

A keresleti oldal változása abban fog állni, hogy a világgazdaság közel megduplázódik 2035-ig, ugyanakkor az energiaigény csak egyharmadával fog növekedni várhatóan. A kínálati oldalon az alacsony karbontartalmú technológiák ennek az energianövekménynek a felét fogják kitenni. A növekedés másik felét a hagyományos energiahordozók biztosítják, itt az olajnál és a szénél gyorsabban fog nőni a földgáz felhasználás, különös tekintettel az egyszerűbb szállítást biztosító cseppfolyósított földgáz elterjedésére (LNG).

Négy tényezőtől várja a BP az energetikai világtérkép változását.

Az első az elektromos járművek hatása az olajkeresletre. Az autóállomány megduplázódása várható 0,9-ről 1,8 Mrd autóra, ebben a nem-OECD országok tekintetében háromszoros növekedés előrejelezhető, 0,4-ről 1,2 Mrd autóra. Az elektromos autók száma a 2017 év eleji 1,2 M darabszámról 100 M darabra nő, ezzel 2035-ben 6%-os flotta-résarányt jelentve. Ezek egynegyede hibrid, háromnegyede tisztán elektromos hajtású gépjármű. Természetesen az üzemanyagfogyasztási és károsanyagkibocsátási normák szigorodása a fő hajtóereje ennek a piacnak, azonban fontos még az, hogy mennyiben csökken az akkumulátorok költsége, az állami ösztönzőknek mi a mérete és időbeli tartóssága, mennyiben nő a hagyományos gépjárművek hatékonysága, és mik lesznek a fogyasztói preferenciák ezen a területen. Mindezek mellett, a hatékonyságjavulás és az elektrifikáció ellenére, a hagyományos üzemanyagok kereslete várhatóan tovább fog nőni. Számszerűsítve, 2015-ben a globális olajkereslet egyötöde, napi 19 Mb/d

(millió hordó naponként) volt a közúti járművek üzemanyagigénye, ami ceteris paribus megduplázódna, viszont a tranzíciós jelenségek ellenére is 4 Mb/d lesz a várható növekmény 2035-re. (Az elektromos autók mindössze 1,2 Mb/d csökkenést okoznak, viszont a jármű hatékonyságával kapcsolatos intézkedések ennek ca. a tízszeresét.)

A második alakító tényező a bőséges olajkínálat. Az utóbbi 35 évben megduplázódott a globális, igazolt olajtartalékok mennyisége, a jelenleg ismert készletekkel a világ fogyasztása 2050-ig és azon túl is biztosítható a BP jelentése alapján. A lassuló ütemű olajkereslet tehát nagy kínálattal találkozik, ebből az alacsony kitermelési költségű szereplők fognak tudni előnyt kovácsolni maguknak. (Ilyenek az óriási területű hagyományos, szárazföldi olajmezők a Közel-Keleten és Oroszországban, ezeken túl pedig az amerikai palaolaj készletek.)

Harmadikként az LNG szerepének növekedése játszik szerepet. Az LNG növekedésének egyharmada a következő négy évben befejezésre kerülő projektekből fog adódni az USA-ból és Ausztráliából, míg a keresletoldali növekedést Ázsia fogja vezetni. Az LNG-nek, mint könnyen szállítható terméknek kulcsszerepe lesz abban, hogy globálisan integrált gázpiac alakulhasson ki. Az LNG növekedési üteme hétszeres lesz a hagyományos földgázhoz képest, 2035-ben a globálisan kereskedett gáz felét fogja kitenni a mostani 32%-hoz képest. Az ausztrál kitermelés felvevőpiaca Ázsia lesz, de az USA diverzifikált módon, Európába, Ázsiába, valamint Közép- és Dél-Amerikába is fog exportálni, - ennél fogva az USA ármeghatározó lehet a piacon. A kínálatot kihasználva, az európai piac tesz is lépéseket a beszerzésoldali diverzifikáció érdekében: az első LNG szállítmány 2017-ben érkezett meg a lengyelországi LNG terminálba, mivel Lengyelország határozottan szeretné az LNG lehetőségét megragadni az orosz gázfüggőség csökkentésére. (Martewicz, 2017)

A negyedik tényező pedig Kína energiapiacot alakító szerepe. Kína az energiaipar legnagyobb szereplője és a világ legnagyobb ütemben növekedő energiapiaci szereplője is egyben. Ugyanakkor változik a kínai energiafelhasználás: az elmúlt húsz év évenkénti 6%-os energiaigény növekedési üteme évi 2%-ra csökken a következő két évtizedben. Ennek oka részben a megfelelő gazdasági növekedés, részben az ipari szerkezetátalakulás és energiahatékonysági intézkedések, amellyel mintegy évi 3%-kal csökkenhet a kínai gazdaság energiaintenzitása, megközelítve az USA energiaintenzitási értékét. Az energiatermelési oldalon a szénfelhasználás várhatóan azonos szinten marad, ezzel a jelenlegi kétharmados részaránya 45%-ra csökken.

Az alacsony karbontartalmú technológiák részaránya 12%-ról 25%-ra nőhet 2035-re Kínában, viszont a földgáz felhasználása megduplázódhat, 11%-os részarányt elérve.

A BP az olajipar szempontjából három kockázati tényezőt is azonosít 2035-ig: a vártnál gyorsabb közlekedési változás, a dekarbonizáció különböző gyorsaságú útjai, és a gázkereslet kockázata (ezek az olajipari kockázatok egyben a megújuló energia terjedésének lehetőségei is).

A megújuló energiaforrások tekintetében összességében a BP úgy gondolja, hogy a megújulók:

- lesznek a leggyorsabban növekvő energiaforrások (7,6%/év);
- áramtermelésű részaránya 7%-ról 20%-ra nő;
- penetrációját az EU vezeti, 40%-os áramtermelési részarányt elérve;

- volumenében azonban Kína lesz az éllovas, összesen az EU és USA együttes értékét is megelőzve;
- növekedését a nap- és szélenergia versenyképességének további növekedése alapozza meg.

A két előrejelzés fő irányait, súlypontjait a következő táblázat mutatja be:

6. Táblázat: Az IEA és a BP előrejelzéseinek fő elemei

	IEA	BP
Kiemelt terület	<ul style="list-style-type: none"> • Kína, mint kiemelkedő szereplő a megújuló energia, energiahatékonyság és innováció terén • Átalakuló gázpiac a palagáznak és az LNG-nek köszönhetően 	<ul style="list-style-type: none"> • Kereslet tolódik Ázsia irányába, Kína meghatározó • Átalakuló kínálat az alacsony karbontartalmú termelés felé • LNG, mint új tényező • Bőséges olajkínálat
Energiafelhasználás	<ul style="list-style-type: none"> • 2040-ig 30%-os energiafelhasználás növekedés • Ennek fele megújuló 	<ul style="list-style-type: none"> • 2035-ig 33%-os energiafelhasználás növekedés • Ennek fele alacsony karbontartalmú
Elektromos járművek	<ul style="list-style-type: none"> • 2040-re 150 M autó, 1,3 Mb/d hatással 	<ul style="list-style-type: none"> • 2035-re duplázódó autóállomány, (0,9 Mrd-ról 1,8 Mrd-ra), ebből 100 M autó, 6%-os részarány, 1,2 Mb/d hatással

Forrás: Saját szerkesztés IEA 2017, BP 2017b alapján, 2018

Látható, hogy mindkét kitekintésben komoly súlya van az ázsiai növekvő energiaigénynek, illetve az általánosságban is bővülő energiakeresletnek. Az energiaintenzitás csökkenése ellenére az összvolumen mindkét előrejelzés szerint több, mint 1%-kal nő évente. Az IEA a növekmény közel egyharmadát megújuló energiaforrásoktól várja, míg a BP általánosságban az alacsony karbontartalmú technológiákra számít a növekmény egyharmadát illetően. A 2035-2040-es időtávon egyik forgatókönyv sem vár drámai fordulatot a közlekedés terén, de az elektromos autók komoly hatással lehetnek a kőolaj keresletének csökkenésére.

Elektrifikáció, azaz az energiafelhasználási célok változása

A használatban lévő energiaforrások fajtái folyamatosan változtak az idők során: a kezdetben a természetben könnyen fellelhető erőforrások viszonylag egyszerű átalakítása történt, majd az ipari forradalommal a nehezebben kinyerhető és magasabb technológiai készültséget igénylő fosszilis, később a nukleáris energia vált meghatározóvá; a modern gazdaságok pedig a természetben könnyen fellelt megújuló energiaforrásoknak a magasabb technológiai szintű használatára törekednek.

Ezzel egyidőleg azonban az egyes funkciók energiafelvételi módja is változott, amelynek legjelentősebb vonulata az, ahogy a tüzeléstechnikával, hővel vagy mozgási energiával ellátott funkciók egyre inkább a villamos berendezések által

kerülnek kiváltásra (a villamosenergia előállításban pedig egyre nagyobb szerepet játszik a fotovillamos termelés, amely sem hőt, sem mozgást, sem tüzelést nem igényel).

Az általános villamosodás egyik történelmi példája a világítás, amely funkciót a gyertya, kerozin, földgáz látta el sokáig, majd Edison óta elsöprő lendülettel átvette a korábbi energiaforrások szerepét az elektromos áram. A távoli kommunikáció módja sem közvetlen hang vagy fényjelzéseken keresztül történik, hanem elektromos berendezéseken keresztül. A hőenergia döntő része tüzeléstechnikával volt biztosítva a tűz használatának megjelenése óta, napjainkban viszont az egyre hatékonyabb villamos fűtőtechnológiák növekvő mértékben váltják ki a tüzeléstechnikát. Az elektromotorok rengeteg mozgási funkciót láttak el már az elmúlt száz évben is, a jelenben pedig a közlekedés forradalmi változása köszönhető az általános elektrifikációnak, az akkumulátoros elektromos járműveknek a térhódításával (mely elektromos járművek a hagyományos járművek kényelmi és biztonsági szintjének megfelelnek).

A villamosodás (vagy a hazai szakirodalomban is használt elektrifikáció) tehát általános folyamat, amely gyökeresen alakítja át az energetikai rendszereket, hatékony és gazdaságos alternatívát kínálva szinte minden energetikai funkcióra. Jelen dolgozat szempontjából ennek a folyamatnak az a jelentősége, hogy a megújuló energiaforrások legnagyobb potenciálja pont az elektromos áram előállításában van (a környezeti hő kivételével minden megújuló energiaforrás versenyképesen alakítható át villamos energiává). (Jászay, 2017)

4.3.2. Energiastratégiák, energia a világgazdasági szereplők megközelítésében

A World Economic Forum feldolgozóiparral foglalkozó háromkötetes kiadványa külön fejezetet szentel az energiának, "Energia, mint versenyelőny" címmel. Meglátása szerint az elmúlt évtizedekben a környezetvédelmi, zöldítési felhangú energiapolitikák tényleges tartalma a nemzeti energiaellátás biztonsága és a külföldi energiaforrásoktól való függőség csökkentése volt. Jelenleg pedig az energiapolitikák irányvonala az önellátásra figyelnek. Az országok keresik annak a lehetőségét, hogy miként kerüljék el az energiapiacok volatilitásával, a kulcsrégiók politikai bizonytalanságaival, és korlátozott világszintű kínálattal járó pénzügyi kockázatokat. Mind a fejlett, mind a fejlődő gazdaságok azonosak abban, hogy nagyobb kontrollt szeretnének az országuk energiaellátása felett. Az energiahatékonysági politikák pedig azokban az országokban a legerősebbek, amelyek a leginkább energiaimport-függők. (WEF, 2013)

Az alábbiakban a vásárlóerő-paritással számolt GDP alapú rangsor szerint kerül bemutatásra az öt legnagyobb gazdaság viszonyulása az energiaforrások rendelkezésre állásához és használatához, mivel ez a világgazdaság minden résztvevője számára jelzésértékű lehet. (Central Intelligence Agency, 2016)

Kína

2015-ben a megújuló energetikai beruházások összértékének egyharmada Kínában összpontosult (100 Mrd USD értékben), és itt valósultak meg a legnagyobb értékű fotovoltaiikus, víz, szél és napkollektor alapú energiatermelési beruházások is. Ezzel Kína volt 2015-ben a legnagyobb értékben megújuló energiaforrásokba beruházó

ország. Mindemellett 2015 év végén Kínában volt a legtöbb telepített megújuló kapacitás is, a világ összes megújuló kapacitásának több, mint egynegyedét adva. Kínában ca. 3,5 millió fő közvetlen, vagy közvetett foglalkoztatását biztosítja a megújuló energia ipar, ennek majdnem fele a fotovoltaikus termelésből adódik. (A kínai olaj- és gáz szektor csaknem egymillióval kevesebb főt foglalkoztat, mint a megújuló energia szektor.)

2018-ban Kína első helyezett lett az Ernst & Young megújuló energia attraktivitási indexén. (EY, 2018) Kína 2020-ig tartó ötéves terve alapján további 13 millió fő foglalkoztatását fogják eredményezni a beharangozott megújuló beruházások. Ugyanakkor a drasztikus energiaigény-növekedésnek köszönhetően az összes tiszta erőművi beruházásokkal (beleértve a világelső intenzitású nukleáris fejlesztéseket is) egyidőben és azonos mértékben fosszilis erőművek is épülnek. A megújulók az energiafogyasztásnak csak 15%-át fogják biztosítani 2020-ig, Kína továbbra is 50%-ban szénenergiával fogja biztosítani energiaigényét. (The Guardian, 2017a)

A 2020-as ötéves terv a következő nyolc területen kívánja fejleszteni Kína energetikai rendszerét: nagy hatékonyságú, okos villamosenergia-hálózatok (víz- és gáz erőművi csúskapacitások), tisztább szén-használat, megújuló energetikai, nukleáris, nem hagyományos olaj- és gáz, átviteli hálózat, energiatárolás, K+F témákban beruházások és fejlesztések.

A kínai tisztaenergia fejlesztések mozgatórugója a helyi foglalkoztatáson túl a légszennyezettség csökkentésének kényszere. Az ötéves terv értelmében 25%-kal kívánják csökkenteni az erős szennyezettségű napok számát, valamint az általános szálló por koncentrációt is. (Communist Party of China, 2015)

A BP 2018 Energy Outlook előrejelzése szerint a 2015-2035 időtávon várhatóan Kína több megújuló kapacitást fog beépíteni, mint az USA és EU összesen. Kína vonatkozásában azonban ez is csak lassú átmenetet jelent: 2035-ben a primerenergia felhasználása több mint 40%-a szén, a gáz 10%, olaj 20%, és a tiszta energiaforrások, mint megújuló és nukleáris energiák fogják a maradék közel 30%-ot biztosítani. (BP, 2018)

Európai Unió

Az Európai Unió számára egyértelműen kulcskérdés az energiaforrásokkal való gazdálkodás. Az Európa 2020 stratégia megfogalmazása alapján az Európai Bizottság az EU versenyképességét a jóléttel azonosítja, a jólét alapjaként pedig az általános kereskedelmet határozza meg. (Európai Bizottság, 2010) A kereskedelem azonban kétirányú: az Unió a világ minden részére exportál, valamint nyersanyagokat és késztermékeket importál.

Az energiaimport értéke az összes EU importnak több, mint 20%-át teszi ki. Az EU az összes energiafelhasználásának 53%-át importálja, napi több, mint 1 Mrd EUR értékben. A nyersolaj 90%-a, földgáz 66%-a, a szén és egyéb szilárd üzemanyag 42%-a, az uránium és egyéb nukleáris üzemanyag 40%-a érkezik külföldről. (Európai Bizottság, 2017a)

2016-ban 160 Mrd USD értékben importált az EU nyersolajat, ennek majdnem felét a volt Szovjetunió országaiból, ötödét a Közel-Keletről, közel ötödét Afrikából, közel hatodát Norvégiából és 6%-át Amerikából. (Európai Bizottság, 2017b)

Mind az exportpiacokon, mind a nyersanyagpiacon fokozódó árnyomás csökkentéséhez termelékenység, erőforrás-hatékonyság és helyben elérhető energiaforrások használata szükséges. A versenyképességet a környezetbarát technológiák használata, az erőforrás-hatékonysággal párosulva együtt jelentheti. Ennek érdekében szükséges 2020-ig a megújuló energiaforrások használatának 20%-ra növelése, az üvegházhatású gázok kibocsátásának 20%-kal csökkentése 1990-hez képest és 20%-os energiahatékonyság elérése. Ezen energiaügyi célok elérésével 2020-ig 60 milliárd EUR olaj és gáz import váltható ki. Továbbá növelhető az energiabiztonság egy olyan környezetben, ahol az import rövid- és hosszútávú árváltozásai veszélyeztetik az EU gazdasági biztonságát (hosszútávon a természeti erőforrásokért folyó globális versenyt a világnépesség robbanásszerű növekedése fogja okozni a Bizottság stratégiája szerint).

Az EU több mint húsz éve, 1997 óta foglalkozik a megújuló energiaforrások használatával. Az 1997-ben megjelent, megújuló energiákról szóló Fehér Könyv alapján kevesebb, mint 6%-ban használt megújuló energiaforrásokat az akkori Közösség. A megújuló energiaforrásoktól elsősorban importenergia függőség-csökkentést, ellátásbiztonságot, regionális fejlesztést, munkahelyteremtést, a kkv szektor fejlesztését, a Közösség szociális és gazdasági kohéziójának kialakulását várták. Szélesebb gazdasági kitekintéssel, a megújuló energiaforrások fejlesztését vélték a fenntartható gazdasági fejlődés és versenyképesség egyik fő elemének (az európai ipar fejlesztését, globális piacokon élenjárást és exportlehetőségeket várva a megújuló energia ipartól). Fenti indokokkal, 1997-ben ambiciózus célt tűztek ki a tagállamok: 2010-re megduplázni a megújuló energiaforrások arányát 12%-ra, a villamosenergia ágazatban pedig 22,1%-os részarányt elérni. A villamosenergia ágazatra vonatkozó célkitűzéseket és azok elérési útját 2001-ben jogszabályban is rögzítették (2001/77/EK Irányelv). Ekkor a megújuló energiaforrások kiaknázása elmaradt a lehetőségektől, és a döntéshozók felismerték a megújuló energiaforrások támogatásának elsődleges szükségességét tekintettel arra, hogy azok használata hozzájárul a környezetvédelemhez és a fenntartható fejlődéshez, valamint biztonságosabb energiaellátást nyújt (az importenergiához képest), munkahelyeket teremt és a társadalmi kohéziót erősíti. A 2010-re tett vállalások messze nem teljesültek, így 2009-ben újabb, általános megújuló energia irányelv került elfogadásra (2009/28/EK Irányelv). Az érvek változatlanok: az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésén túl szükséges volt az energiaellátás biztonságának előmozdítása, a műszaki fejlődés és innováció támogatása, foglalkoztatási lehetőségek biztosítása és a regionális fejlesztés, különösen a vidéki és elszigetelt területeken. Az importenergia kiváltása és az általános gazdaságfejlesztés szintén szerepet játszott a megújuló energia felhasználása ösztönzésében. Tényként kezelték, hogy az innováció és a fenntartható energiapolitika lehetőséget nyújt a gazdasági növekedés megalapozására.

A 2020-as stratégia elvei továbbra is kulcsfontosságúak, és 2018-ben megállapodás született a következő mérföldkő, a 2030-as energia- és klímacélok vonatkozásában (minimumcélként meghatározva: 2030-ig a megújuló energiaforrások használatának 32%-ra növelése, az üvegházhatású gázok kibocsátásának 40%-kal csökkentése 1990-hez képest és 32,5%-os energiahatékonyság elérése). (Európai Bizottság, 2018)

Mind a 2020-as, mind a 2030-as célok egy 2050-es dekarbonizációs útitervnek az állomásai, ugyanis 2050-re 80-95%-os ÜHG csökkentést célzott meg az EU az 1990-

es szinthez képest, a megújuló energiaforrások, energiahatékonyság, nukleáris energia és széndioxid tárolás és hasznosítás eszközeivel. (Európai Bizottság, 2011)

A teljes keretrendszer alapja, hogy az EU versenyképességéhez a biztonságos, fenntartható és megfizethető energia tud hozzájárulni. (Európai Tanács, 2011)

Az Európai Unió 2030-ig tartó éghajlat- és energiapolitikai keretének meghatározása során az Unió célkitűzése: „továbbra is egy olyan, alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság irányába kell haladni, amely egyben a versenyképes és megfizethető energiaárakat is biztosítja fogyasztóknak, elősegíti a növekedést és a munkahelyteremtést, fokozza az energiaellátás biztonságát, valamint csökkenti az Unió egészének importfüggőségét.” (Európai Bizottság, 2014a)

Az EU tagállamai szabadok az energiamixük meghatározásában, azonban a fentiek értelmében ez csak a közösségi jog által meghatározott keretek között történhet. Több tagállam ugyanakkor a közösségi jognál is szigorúbb kötelezettségeket vállal. Ilyen példa Franciaország, amely 2040-től nem engedélyezi a kőolaj- és földgázkutatást, valamint ezek kitermelését. Igaz, ez a tiltás inkább csak jelzés, hiszen szinte észre sem vehető a franciaországi fosszilis-energia kitermelés. Hollandia energiastratégiája viszont nem a gázkitermelést, hanem a gázfelhasználást próbálja visszaszorítani, évente 170.000 ház leválasztásával a földgázhálózatról, hogy 2050-re minden épület földgázmentesen működhessen.

2018-ban 14 EU-s ország került be az Ernst & Young megújuló energia attraktivitási indexének 40 helyezettje közé (Németország a harmadik, Franciaország a hatodik helyezett stb.). (EY, 2018)

Amerikai Egyesült Államok

Az USA részére az energetikai önellátás, illetve a - elsősorban a szénhidrogén készletekkel kapcsolatos - teljes ellátási lánc felügyelete, közvetlen befolyásolása évtizedek óta kiemelt célkitűzés volt. Az energiakészletekben bővelkedő ország intenzív olaj, -szén, -gázkitermelési tevékenység mellett is energiafüggetlen tudott maradni, ezzel versenyelőny biztosítva gazdaságának. A bőséges energiamennyiség és az energiaárak olcsósága azonban azt eredményezte, hogy az egész gazdaság rendkívül energaintenzív lett mind az egy főre jutó lakossági energiafogyasztás, mind az ipari-gazdasági tevékenységek energia-igényessége terén. Az energiafüggetlenség és az energia-túlfogyasztás lehetőségének fenntartása érdekében történő nemzetközi fegyveres, háborús jelenlét évtizedekre visszamenőleg meghatározó az ország életében. Az újabb szénhidrogén-kitermelési módok megjelenése (palagáz, palaolaj) és a szénbányászat újraépítése újabb évtizedekre adnak reményt az energiafüggetlenség biztosítására, valamint a folyékony földgázszállítás elterjedése (LNG formában) exportlehetőséget is biztosít.

Az USA tehát fosszilis alapon biztosította és biztosítja jelenleg is azt a versenyelőnyt, amelyet nagyon sok, fosszilis energiakészletben szűkös ország csak a megújuló energiaforrások használatával tud elérni. A megújuló energiaforrások energiafüggetlenségen túli előnyei (levegőtisztaság, klímavédelem, helyi gazdaság fejlesztése) az USA számára Obama elnöksége alatt szintén szerepet kaptak, azonban Trump elnöksége (2016-) minden korábbi zöld elköteleződést felülvizsgál és a

fosszilis energiaforrások további kiaknázására szentel³.

Az Egyesült Államok energiapolitikája azért is érdekes, mert saját energiastratégiájának végrehajtása nem várt szénexportot indított be az Európai Unió irányába (így jelentősen befolyásolva az európai energiaárakat is). Az USA energetikai célkitűzései: hazai energiatermelés fejlesztése és biztosítása (biztonságos és felelős hazai olaj és gáztermelés, energiafüggetlenség növelése), a fogyasztók számára lehetőség biztosítása a költségcsökkentésre és energiafelhasználás-csökkentésre (hatékonyabb gépjárművek, otthonok, épületek, gyárak), innováció a tiszta energia jövője érdekében. (Fehér Ház, 2014, 2017)

Az Egyesült Államok energetikai önellátásának fő eszköze a hagyományos és nem-hagyományos módon kitermelhető olaj-és földgázkészletek használata. Míg 2000-ben ezek kitermelésének szintje közel azonos volt, a hagyományos kitermelés folyamatosan csökkent, a palagáz termelése pedig 2017-ben már két és félszer annyi volt, mint a hagyományos gáztermelés (a teljes gázkitermelés körülbelül 40%-os növekménye mellett). Az előrejelzések szerint a teljes termelés 2050-re meghaladja a 2000-es termelés kétszeresét, a palagáz a teljes termelés több, mint háromnegyede lesz. (EIA, 2018)

A szövetségi szintű fosszilisenergia-központúság mellett azonban az egyes államok vonzó támogatási programokat és ösztönző rendszereket alakítottak ki a megújuló energiaforrások hasznosítására, ennek következtében 2018-ban az Egyesült Államok második helyezett lett az Ernst & Young megújuló energia attraktivitási indexén. (EY, 2018)

India

Indiában a hálózatos villamosenergia-ellátás alacsony szintje és a háztartások magas sütési-főzési biomassza-függősége teljesen más energetikai problémákat jelent, mint a többi vizsgált gazdaság problémái. A növekvő energiaigények fenntartható kielégítése kulcskérdés (jelenleg az egy főre jutó indiai energiafelhasználás mindössze alig 5%-a az USA értékének) A villamosenergia-hálózat bővülésével párhuzamosan komoly célok kerültek megfogalmazásra, így az is, hogy 2030-ra a beépített villamosenergia kapacitások 40%-a nem-fosszilis, tiszta és megújuló energiaforrásra fog támaszkodni. (NRE Ministry, 2016)

Az indiai piacon a villamosenergia iránti túlkeresletet (új felhasználók új igényeit) megújuló energiaforrásokkal gyorsabban lehet azonos áron kielégíteni, mint a fosszilis energiahordozók infrastruktúrájával. (PWC, 2015)

A tervek megvalósításához valamennyi külső, anyagi támogatás is rendelkezésre áll a Nemzetközi Klímafinanszírozási Alap finanszírozásán keresztül. India szempontjából tehát a megújuló energiaforrások használata annyiban támogatja az ország versenyképességét, hogy gyorsabban és jelentős környezetterhelés nélkül

³ Trump elnök 2017. március 28-án írta alá az "Executive Order on Energy Independence"-t, amely többek között az Obama elnöksége alatt a Párizsi megállapodás klímapolitikai vállalásai érdekében született "Clean Power Plan" felülvizsgálatát írja elő. A rendelet a helyi fosszilis energia kitermelés elősegítését is tartalmazza. Forrás: Presidential Executive Order on Promoting Energy Independence and Economic Growth, The White House Office of the Press Secretary, 2017 március 28, <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/03/28/presidential-executive-order-promoting-energy-independence-and-economy-1> Letöltve 2017 május 8-án.

képes az ország általános villamosenergia-ellátottságát biztosítani úgy, hogy nagyjából azonos beruházási költségek mellett hosszútávon alacsonyabb működtetési költségeket igényel, mint az alternatívák.

2018-ban India negyedik helyezett lett az Ernst & Young megújuló energia attraktivitási indexén. (EY, 2018)

Japán

A 2011-es fukushimai nukleáris katasztrófát követően Japán az atomenergia kivezetéséről döntött. A kieső energiatermelés helyettesítése érdekében komoly megújuló energetikai beruházási program indult.

Ennek köszönhetően 2015-ben Japán a harmadik helyre lépett elő a megújuló energia beruházások terén (Kína és USA előzték meg), valamint három év alatt megduplázta megújuló energia kapacitásait. (REN21, 2016)

A megnövekedett változó hozamú áramtermelés azonban túllépte a hálózat befogadó képességét - további fejlesztéseket szükségeltetve -, valamint a szigetország természeti adottságainak köszönhetően a megújulók mellett szükséges fosszilis energia import a lakosság számára 20%-kal, az ipar számára 30%-kal emelte meg az áramárakat. A japán gazdaság teljesítményét azonban jelentősen befolyásolják az energiaigényes exporttermékek (a járművek 23%-ban, gépek 19%-ban, vegyi termékek 11%-ban és egyéb termékek 13%-ban járulnak hozzá az exporthoz), az ezekre a termékekre ráépülő váratlan energiaköltségek rontották az exportképességet. (Kilisek, 2014)

A gyors nukleáris leszerelésről az árnyékos hatására Japán lemondott, és 2030-as energiastratégiájában már ismét komolyabb szerepet szán az atomenergiának. Kiindulva a gyengeségeikből, (energiaforrások hiánya, Fukushima öröksége, a fosszilis import költsége) a stratégiában elsősorú fontosságot az energiahatékonyság kap, az EU-hoz hasonló mértékű vállalással (30% energiahatékonyság 2003-as bázison). Emellett 22-24%-os megújuló arányt tűzött ki célul 2030-ra, illetve 20-22%-os nukleáris arányt. Általános tényezőként pedig az energetikai K+F+I és az áramtermelés átalakítása szerepelnek, mint Japán lehetséges erősségei. (Friends of Europe, 2016)

2018-ban Japán a nyolcadik helyezett lett az Ernst & Young megújuló energia attraktivitási indexén. (EY, 2018)

Kitekintés: a magyarországi Nemzeti Energiastratégia szempontrendszer

A 2012-ben országgyűlési határozattal elfogadott „Nemzeti Energiastratégia 2030” c. dokumentum a 2030-ig terjedő időszakra hármas szempontrendszert fogalmazott meg: „energiatakarékosság, a hazai ellátásbiztonság szavatolása, a gazdaság versenyképességének fenntartható fokozása” (NFM, 2012).

A stratégia a hármas cél elérése érdekében kiemelt fejlesztési területeteket határoz meg (energiatakarékosság, megújuló és alacsony szén-dioxid kibocsátású energiatermelés növelése, erőmű-korszerűsítés, a közösségi távfűtés és egyéni hőenergia-előállítás korszerűsítése, a közlekedés energiahatékonyságának növelése

és CO₂ intenzitásának csökkentése, zöld ipar, megújuló mezőgazdaság, energetikai célú hulladékhasznosítás, állami szerepvállalás erősítése).

A kiemelt fejlesztési területeken történt leglátványosabb változások az alacsony széndioxid kibocsátású energiatermelés és az állami szerepvállalás területén történtek, a többi kulcsterület céljai nem, vagy csak alacsonyabb prioritással kerültek kezelésre. A fejlesztési területek lényegesebb változásai 2012 és 2017 között az alábbiak voltak.

Energiatakarékosság

Az EU-s szabályozásnak köszönhetően átültetésre került a nemzeti jogba az Energiahatékonysági Irányelv (2012/27/EU). Ennek megfelelően újabb Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv került elfogadásra, illetve kijelölésre kerültek az ország energiafelhasználási pályáinak előrejelzései energiahatékonysági intézkedésekkel és azok nélkül számolva. EU-szintű intézkedésként bevezetésre került a nagyvállalatok kötelező energetikai auditálása.

Magyarország élt annak lehetőségével, hogy az EU-jog által előírt éves 1,5%-os energiamegtakarítási kötelezettség alól a megengedett legnagyobb mértékben mentesítse a szektorokat (közlekedés, feldolgozóipar), illetve a teljesítést nem kötelezettségi rendszer keretein belül, hanem egyéb szakpolitikai intézkedésekkel valósítsa meg. Ilyen szakpolitikai intézkedésként indult el egy nemzeti energetikusi hálózat kiépítése, a vállalatok számára pedig lehetőség van a fejlesztési adókedvezmény analógiájára, energiahatékonysági adókedvezmény igénybevételére (a társasági adó befizetést csökkentő tételként).

Az EU-s épületenergetikai előírásoknak megfelelően (2010/31/EU Irányelv) Magyarországon is két lépésben előbb költségoptimalizált, illetve később közel nulla energetikai szintű épületek építhetőek.

EU-s előírás nélküli intézkedés, hogy Nemzeti Épületenergetikai Stratégia került elfogadásra.

Az EU-s költségvetésből származó operatív programokon túl, hazai forrásból nem került jelentős összeg elkülönítésre energiahatékonysági programokra.

Összességében az mondható el, hogy Magyarország az Energiastratégiában megfogalmazott cél ellenére nem vállalt ambíciózus energiahatékonysági célokat, és az EU-s kötelezettségeken túl nem indított energiamegtakarítást eredményező programokat.

Megújuló és alacsony szén-dioxid kibocsátású energiatermelés növelése

Az alacsony szén-dioxid kibocsátású energiatermelés iránti elköteleződés közismert a Paks II. fejlesztés által. A Paks II. azonban nem termelésbővítő, hanem kapacitáspótló beruházás, azaz legfeljebb csak átmenetileg várható többletkapacitás, a meglévő termelőblokkok fokozatos leállításával az összesített teljesítmény nem fog növekedni.

A megújulóenergia-alapú energiatermelés növelésére tett intézkedések kettősek.

Szélenergia hasznosítására támogatási tender nem került kiírásra, sőt, a támogatás nélküli telepítések is korlátozásra kerültek különböző jogszabályi szigorítások alkalmazásával (pl. lakóterülettől való minimális telepítési távolság túlzó szintjének előírásával). Egy ideig a hazai villamosenergia-rendszer véges befogadóképessége (változó hozamú, nehezen előrejelezhető termelés), valamint a finanszírozás nehézségei (a fogyasztói árakban tükröződne a szélenergia támogatási költsége) voltak a kormányzati magyarázat a szélenergia elutasítására, idővel azonban ezek az érvek kikoptak, a kormányzat nem támasztja alá elutasító álláspontját szakmai magyarázattal.

A fotovoltaikus beruházásoknál eltérő a háztartási méretű és az azt meghaladó kapacitások támogatottsága. A háztartási méretű berendezések esetén pozitívum, hogy beruházási támogatással került ösztönzésre a köz- és vállalati szféra sok napelemes projektje, illetve megmaradt az a száldóelszámolási lehetőség, amelynek értelmében a termelés és a fogyasztás időpontjától függetlenül az egy év alatt megtermelt villamosenergia díjmentesen kiegyenlítheti az év során bármikor vételezett villamosenergia mennyiségét. Negatívum, hogy bevezetésre került egy kapacitáshatár (4 kWp), ami fölött teljesítménydíj (egyfajta rendszerhasználati díj) szabható ki. A nagyobb létesítményektől egy ideig erősen elhatárolódott a kormányzat, később viszont a 2016 év végéig biztosított kötelező átvételi árak óriási piaci érdeklődést váltottak ki, és a szintén fix átvételi árakat biztosító METÁR-KÁT program is rendkívül eredményessé vált.

A geotermikus áramtermelésben nem sikerült még átütő eredményt elérni az Energiastratégia elfogadása óta. A kormányzat támogatását jelzi, hogy méltányos koncessziós eljárás került bevezetésre. A koncessziós jogot nyert projektek közül azonban - az ambiciózus tervek ellenére - sem az EU-s finanszírozással és kormányzati garanciavállalással elindított battonyai, sem pedig a piaci alapú jászberényi geotermikus projekt nem valósult meg. Meglepetésre megvalósult azonban egy turai projekt, amely nem érint koncessziós mélységet, illetve Tura térségében egy további projekt került beharangozásra 2018 júniusában.

Vízenergia, biomassza és biogáz áramtermelési hasznosításában nem történt jelentős előrelépés az Energiastratégia elfogadása óta.

Összességében tehát a folyamatban lévő nukleáris fejlesztés az alacsony széndioxid-kibocsátású energiatermelést nem növeli, csak pótolja a jelenlegi kapacitásokat. A napenergia területén jelentős bővülésről születtek döntések, más területeken viszont érdemi előrelépés nem történt.

Erőmű-korszerűsítés, a közösségi távfűtés és egyéni hőenergia-előállítás korszerűsítése

Átfogó erőmű-korszerűsítési vagy távhőfejlesztési program nem indult 2012 óta, annak ellenére, hogy mindkét területre vonatkozóan az Energiastratégia egy-egy önálló cselekvési terv megalkotásáról is határozott. A távfűtés korszerűsítése, mint kiemelt prioritás, bekerült a 2020-ig tartó EU-s finanszírozási időszak Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Programjába (ca. 4 PJ energiahatékonysági és ca. 4 PJ megújuló energiafelhasználási céllal). (NFM, 2016a)

A közlekedés energiahatékonyságának növelése és CO₂ intenzitásának csökkentése, valamint zöld ipar, megújuló mezőgazdaság, energetikai célú hulladékhasznosítás

Közlekedés-energetikai területen a hazai elektromobilitási törekvések említésre méltóak, bár látványos energiahatékonysági vagy CO₂ intenzitás-növeléssel nem jártak. Az elektromos közúti közlekedés elterjesztése céljából járművásárlást pénzügyileg támogató program került bevezetésre, megkülönböztetett jelzéssel (zöld rendszám) elláthatóak a legalább 25 km elektromos hajtásra képes járművek, amelyek adó,- és parkolási költségmentességeket élveznek. A töltési infrastruktúra kiépítése szintén támogatott terület, illetve egyedi intézkedésként 20 db tisztán elektromos autóbusz budapesti üzembe állításának támogatása is megtörtént. Tömeges átállás eddig nem történt, 2018. április végéig összesen megközelítőleg 6000 zöld rendszámú jármű állt forgalomba.

A zöld ipar, zöldgazdaság fejlesztése megjelent az innovatív iparfejlesztés irányainak meghatározásáról szóló Irinyi-tervben (NGM, 2016), azonban tényleges intézkedések nem történtek. A mezőgazdaságban és az energetikai célú hulladékhasznosításban jelentős, stratégiai nevezhető eredmények nem történtek (előbbiben a geotermia lehetne nagy lehetőség, utóbbiban pedig régóta dédelgetett projekt egy dél-budapesti hulladékgető mű megvalósítása, amely továbbra is várat magára).

Állami szerepvállalás erősítése

A nukleáris kapacitáspótlás mellett az állam szerepvállalásának erősítése az elmúlt évek legnagyobb vihart kavaró energetikai intézkedése. A 'rezsicsökkentés' politikája értelmében szűkültek az energiavállalatok haszonkulcsai, ezzel lehetővé vált egyre több piaci pozíció (energiakereskedő cégek) átvétele az állami tulajdonú vállalatok részére. Az intézkedéssel szemben sokat hangoztatott ellenérv volt, hogy az ellátásbiztonság sérülését eredményezi a hatósági árak által leszorított működési keret, ugyanakkor ennek a veszélynek egyelőre nincs kézzelfogható nyoma. Az állami szerepvállalás a megújuló energiaforrások fejlesztésénél is elkerülhetetlen egészen addig, amíg azok nem lesznek piacérett technológiák. A - környezetvédelmi, klímavédelmi tervek elérése érdekében - elfogadott elv, hogy a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák elterjedését szükséges támogatni. A támogatáspolitikai elveket pedig értelemszerűen a támogató határozhatja meg, ennél fogva a mindenkor politikai irányítás érvényesítheti saját érdekeit a támogatási rendszerekben. Magyarországon ez a politikai irányultság mind az EU többéves pénzügyi kereteiből finanszírozásra kerülő operatív programok, mind a működési támogatást nyújtó kötelező átvételi rendszer tervezésén és végrehajtásán észrevehető. (Példák erre a szélenergia fejlesztésének szabályozáson keresztül történő blokkolása a napenergia látványos fejlesztésével egyidőben; a lakosságtól a közintézmények részére átcsoportosított beruházási támogatások; általánosságban pedig a kötelező átvételi rendszer finanszírozási költségei alól a lakossági fogyasztók mentesítése; a nukleáris kapacitáspótlás finanszírozási háttérének megteremtése.)

4.3.3. Klímacélok, környezetvédelmi szabályozás, mint versenyt alakító tényezők

A nemzeti versenyképességet befolyásolják a jogi keretek, szabályozási körülmények, a szakirodalmi háttérben leírtaknak megfelelően. A versenyképességi szerzők elsősorban a jogi kereteket, mint a versenyképességet támogató, azt lehetővé tevő keretrendszerrel írnak. Vannak azonban olyan szabályozások, amelyek nem általános módon, hanem speciális területeken befolyásolják a gazdaság mozgásterét és ezen keresztül vannak nagy hatással a nemzetgazdaságok életére. Jellegetes példája ennek a környezetvédelmi szabályozás, amely bizonyos termelési tényezők (természeti tőke) felhasználásának csökkentésére és más termelési tényezők felhasználásának növelésére ösztönöznek. A környezetvédelmi szabályozások értelem szerűen a fosszilis energiaforrásokra építő nemzetgazdaságokat (pl. olajexportáló arab országok) hátrányosan, míg a megújuló energiaforrásokra építő gazdaságokat (pl. Izland) előnyösen befolyásolják. A nemzeti szabályozásoknak hatalmas szerepe van ebben a kérdésben, mivel csak nagyon kevés területen jellemző nemzetközi egyezmény. A következőkben a legjellemzőbb olyan környezetvédelmi szabályozások kerülnek bemutatásra, amelyek a különböző természeti tőkék felhasználását jelentős módon befolyásolva, hatással vannak a nemzeti versenyképességre és közvetett vagy közvetlen módon a megújuló energiaforrások elterjedésére.

Nemzetközi klímapolitikai egyezmények, vállalások

A nemzetközi klímaegyezmények múltja az 1980-as évek elejéig vezethető vissza, amikor lefelől az ózonréteg védelmében született megállapodás. A tárgyalások 1981-es megindulását követően, 1985-ben aláírt Vienna Convention az ózonréteget károsító chlorofluorocarbons (CFC) termelésére, kibocsátására vonatkozó információk megosztását és kapcsolódó kutatás-fejlesztési tervékenységek összehangolását tartalmazta. A Vienna Convention egyenes útként vezetett az 1987-ben létrejött és 1989-től hatályos Montreal Protocol-hoz, amelyben már valamennyi bizonyítékkal alátámasztva lépnek fel közösen a résztvevő felek az ózonréteget károsító különböző vegyszerek használata kapcsán. 2009-ben 196 ország írta alá az immár összefüggő két előző megállapodást, ezzel a Vienna Convention és a Montreal Protocol vált a legszélesebb körű, univerzális nemzetközi egyezménnyé. (ENSZ, 2011)

1992-ben a Rio Earth Summit-on újabb lépés történt a nemzetközi klímapolitika területén azzal, hogy az ENSZ életre hívta a United Nations Framework Convention on Climate Change testületet (ami aztán 1994-ben kezdte meg működését). Az UNFCCC létrehozásának sikere, hogy némi tudományos bizonytalanság ugyan még volt a klímaváltozás okai terén, mégis sikerült a tagállamokat az emberiség biztonsága érdekében közös akcióra bírni. A konvenció célja, hogy az ÜHG koncentrációt olyan szinten tartsa, amely megelőzi a veszélyes antropogén (ember okozta) kölcsönhatást a klímarendszerrel. Az ÜHG koncentráció stabilizálásának időkerete tekintetében az ökoszisztéma természetes adaptációjának azt az időszakát határozták meg, amely nem veszélyezteti az élelmiszertermelést és a fenntartható gazdasági fejlődést. A fejlett országokra vezető szerepet osztott a megállapodás azt feltételezve, hogy mivel a fejlett, iparosodott országok a legnagyobb mértékben felelősek a múlt- és jelenbeli ÜHG kibocsátásokért, ők kelljenek várni a kibocsátások csökkentését is elsősorban. A várakozások szerint 2000-re az 1990-as szintre kellett csökkenteni a kibocsátásokat. A fejlett és fejlődő országok eltérő tartalmú, ugyanakkor rendszeres jelentéstételi kötelezettséget vállaltak a

klímapolitikai intézkedések és a kibocsátások vonatkozásában. Szintén a megállapodás része a pénzügyi alapok létrehozása, amellyel a fejlett országok támogatják a fejlődő országokat a klímacélok megvalósításában. (ENSZ, 2007)

Kiotó – 2020-ig

A nemzetközi klímapolitika következő nagy állomása az 1997-ben elfogadott és 2005-ben hatályba lépett Kiotói Protokoll, amely már nemzetközi szinten kötelező emissziócsökkentési célokat határozott meg. Különböző kiegészítésekkel két teljesítési időszak született: az első a 2008 és 2012 közötti, a második a 2013 és 2020 közötti időszak. Az első időszak vállalásaként 37 iparosodott ország és az Európai Közösség kötelezte el magát 5%-os emissziócsökkentés mellett az 1990-es szinthez képest. A második időszak már 18%-os csökkentést vállalt az 1990-es bázison.

A Kiotói Protokoll létrehozott egy nemzetközi szintű ÜHG-adatbázist, közös jelentéstételi rendszert, illetve megfeleltetési rendszert.

A Kiotói Protokoll jelentősége, hogy nemcsak puha-vállalásként létezik, hanem nemzetközi szintű, piaci-alapú mechanizmusokat hozott létre, amelyek lényegében az emissziócsökkentést olyan önálló iparággá, üzletté fejlesztették, amely számos ország és vállalat napi szintű működését közvetlenül befolyásolja. Ezek a mechanizmusok a következők:

- Nemzetközi Emisszió Kereskedelem: A kibocsátáscsökkentést vállaló országok számára meg lett határozva egy kibocsátási plafon. A kibocsátási plafon mennyisége gyakorlatilag egy kibocsátási kvótát jelent, amely kvótaegységek formájában jelenik meg. Amennyiben az ország a plafon alá tudja csökkenteni a kibocsátásait, úgy felszabadul kvótája, amit értékesíthet a nemzetközi piacon olyan országoknak, akik viszont határaikon belül nem tudták elérni önállóan a kibocsátáscsökkentési céljukat. Mivel elsődleges ÜHG-ként a széndioxid ismert, annak angol megfelelőjéből a karbonpiac megnevezés vált általánossá az emisszió-kereskedelem leírására. A nemzetközi karbonpiac alapvető kvótájának megnevezése az Assigned Amount Units (AAU), amely egy tonna ÜHG egységnek felel meg.
- A Clean Development Mechanism (CDM) is a kvótapiac részévé vált. A CDM projektek olyan kibocsátáscsökkentési projektek, amelyeket egy kötelezett (fejlett) ország egy csökkentésre nem kötelezett országban hoz létre. A CDM projektek által megtakarított, elkerült kibocsátási egység neve a Certified Emission Reduction (CER).
- A Joint implementation (JI) szintén a kvótapiac része. A JI projektek olyan kibocsátáscsökkentési projektek, amelyeket egy kötelezett (fejlett) ország egy szintén kötelezett ország területén hoz létre. A JI projektek megkülönböztetett, igazolt kibocsátáscsökkentési egységei neve az Emission Reduction Units (ERU).

A Kiotói Protokoll alapvető hatása azzal együtt is rendkívüli, hogy a legnagyobb kibocsátók így az Egyesült Államok és Kína nem ratifikálták azt. A megállapodásnak köszönhetően ugyanis a 192 részes fél által ismertté és tényezővé vált a klímavédelem, kialakult egy új, nemzetközi szintű piac (karbonpiac), valamint létrejött egy határterületen álló ágazat, a karbongazdaság. (ENSZ, 2017b)

Párizs - 2021-től

A Kiotói Protokoll 2020-ig szóló megállapodás, amelynek folytatásáról 2015-ben sikerült döntést hozni. A 2015-ös Párizsi Megállapodás célja, hogy az iparosodás előtti globális átlaghőmérséklet növekedését kordában tartsa, legfeljebb 2 °C-os emelkedést engedve a XXI. század végére. További erőfeszítéseket ösztönöz abból a célból, hogy ez a globális átlaghőmérséklet emelkedés még kevesebb, csak 1,5 °C legyen az ipari forradalom átlaghőmérsékletéhez képest. A cél elsősorban a csatlakozó nemzetek önkéntes vállalásai és azok végrehajtása által kell, hogy teljesüljön. A Párizsi Megállapodás 2016 novemberében lépett hatályba, 2017. októberéig a csatlakozó 197 ország (vagy országszövetség) közül összesen 169 ratifikálta azt, köztük az Egyesült Államok is.

Légszennyező anyagok kibocsátásának korlátozása

A légszennyező anyagok kibocsátását visszaszorító nemzetközi kezdeményezés az International Maritime Organization szervezet International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) megállapodása. A MARPOL 2005 májusában lépett életbe, ennek értelmében a tengeri közlekedés bizonyos földrajzi területein az NO_x és SO_x kibocsátása került korlátozásra, több lépcsőben. Ennek köszönhetően a Balti-tenger, Északi-tenger, Észak-Amerika, Karib-tenger, és az Európai Unió területén is szigorú előírások vannak érvényben a hajók üzemanyagának szulfur-kibocsátására vonatkozóan (0,5% illetve 0,1% határértékek). Az intézkedés hatásai üzemanyaggyártói és felhasználói oldalon is megjelennek. Üzemanyaggyártóként a magas kéntartalmú üzemanyagot előállító olajfinomítók kénytelenek ezen termékeiket máshová exportálni, vagy átállni alacsonyabb kéntartalmú üzemanyag gyártására, amelynek technológiai, kereskedelmi és anyagi korlátai egyaránt vannak. Felhasználói oldalon a legegyszerűbb lépés az alacsony kéntartalmú gázolajra (marine gasoil) való átállás; illetve nem feltétlenül szükséges, de logikus lépés lehet az LNG használatára való váltás, amelynek finanszírozási és infrastrukturális akadályai vannak még. Amennyiben továbbra is magas kéntartalmú üzemanyagot kívánnak használni a hajóüzemeltetők, akkor a hajón kell megtisztítaniuk a távozó füstgázt egy speciális berendezéssel (scrubber). Egy további lehetséges hatás a tengeri szállítmányozás egy részének szárazföldi fuvarozással való kiváltása.

Összességében tehát a rendelkezés hatására csökken bizonyos „nehéz” kőolajszármazékok felhasználhatósága, illetve a normál kőolajszármazékok kereslete is csökken, mivel az előírás sokakat technológiaváltásra, az LNG használatára ösztönöz.

Az International Maritime Organization egy másik intézkedéseként bevezette az „Energy Efficiency Design Index”-et, ennek értelmében az új hajóknak bizonyos energiahatékonysági referenciaértékeket kell tudnia teljesítenie – ez az intézkedés felerősíti a fent említett előírások hatásait. (2012/33/EU Irányelv) (IMO, 2017) (Plomp et al., 2015)

A teljesség igénye nélkül, néhány további példa az Egyesült Államok és az Európai Unió területéről:

- Az USA 1970 óta egy szövetségi törvényben, a Clean Air Act-ben szabályozza a statikus és mobil eszközök légszennyezését. Ennek alapján az

- egyres államok nemzeti levegőminőségi sztenderdek (National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)) állapotának meg. (EPA, 2017)
- Az Európai Unió 2010/75/EU számú Ipari Emissziós Irányelve alapvetően az 50 MW fölötti égetőművek levegőszennyezési értékeit (SO₂, NO₂, PM₁₀) korlátozza.
 - Az egyes légköri szennyező anyagok nemzeti kibocsátásainak csökkentéséről szóló 2016/2284 EU Irányelv tagállami szinten határozza meg a maximális szennyező-anyag kibocsátási értékeket 2005-höz képest a 2020 és 2029 közötti évek bármelyikére vonatkozóan. (2016/2284 Irányelv) A szabályozott szennyezőanyagok a kén-dioxid (SO₂), a nitrogén-oxidok (NO_x), a metántól eltérő illékony szerves vegyületek (NMVOC), az ammónia (NH₃) és a finom szálló por (PM_{2,5}).

4.4. Energetikai beruházások gazdaságossága

Az energetikai beruházások gazdaságosságának leírására a leggyakrabban használt módszer az LCOE számítás (Levelised Cost Of Energy, vagy Levelised Cost Of Electricity, azaz egységre jutó energia, vagy áramköltség). Az LCOE érték a beruházások teljes élettartalmára, jelenértékben határozza meg az összes megtermelt energiamennyiségre jutó összes költséget; ezáltal megkönnyíti a beruházási döntések meghozatalát, a finanszírozás biztosítását és lehetővé teszi az alternatívákkal való összehasonlítást. Az LCOE számítás képletét a 10. ábra mutatja (REKK, 2013).

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{BER_t + T\ddot{U}Z_t + M\ddot{U}K_t}{(1+r_t)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r_t)^t}}, \text{ ahol}$$

n: a projekt teljes élettartama

BER_t: A t-edik évben a beruházás költsége

TÜZ_t: A t-edik évi tüzelőanyag-költség

MÜK_t: A t-edik évi teljes működési költség leszámítva a tüzelőanyag-költséget

r_t: A t-edik évre vonatkozó diszkontráta

E_t: a t-edik évben termelt villamos energia mennyisége

10. ábra: Az LCOE számítás képlete.

Forrás: REKK, 2013

Az egyes technológiák, illetve egyes beruházási helyek LCOE értékekben is óriási különbségek lehetnek, mivel mind a tőkeköltség, a beruházási és üzemeltetési költségek teljesen eltérhetnek különböző helyszíneken, különböző méretű projekteknél, illetve az idő előrehaladásával is állandóan változnak a beruházási körülmények.

Bár az energetikai technológiák világpiacon versenyeznek (sokszor globális értékláncban kerülnek előállításra), mégis pl. a beruházási oldal költségeit nagyban befolyásolhatják a helyi ingatlanárak, a kapcsolódó infrastruktúra fejlesztésének költségei, engedélyezési és energiapiaci feltételek, környezetvédelmi előírások, szállítási költségek, munkaerő költsége, vámok, vagy akár csak a helyszín fizikai

adottságai is. A finanszírozás költsége szintén jelentős különbség lehet, beleértve az országhoz tartozó kockázatokat, szabályozási, technológiai kockázatokat és az esetleges támogatásokat is.

A megtérülést biztosító bevételi oldal kiszámítása is sokszor csak jelentős kockázattal becsülhető. A megújuló alapú villamosenergia sok esetben továbbra is hosszú évekre előre rögzített, hatósági átvételi áron kerül átvételre, azonban - egyre inkább érett technológiává válva - ezek a támogatási rendszerek pl. az Európai Unióban folyamatosan kivezetésre kell, hogy kerüljenek. A nukleáris és fosszilis energetikai beruházások pedig alapvetően nem részesülhetnek állami támogatásban az Európai Unióban.

A bevételi oldal tekintetében tehát lényeges bizonytalanságot jelent a beruházás élettartamára előrejelzett energiaár. Emellett pedig vannak természetes fizikai eltérések is, mint pl. az, hogy a nagyobb széljárás miatt a tengerparti területeken a szárazföldi energiahozam többszöröse érhető el azonos szélerőművel, vagy ugyanez igaz a napenergiát hasznosító berendezések vonatkozásában, az eltérő földrajzi elhelyezkedések függvényében.

A fentiek értelmében a szakirodalomban bemutatott, adott beruházási környezetre vonatkozó LCOE számítások eredményei összehasonlításánál tehát figyelembe kell venni a fent említett esetleges különbségeket. A globális szintű elemzések a különböző földrajzi egységekre külön számításokat végeznek, így téve lehetővé a megújuló energiás technológiák költségeinek összehasonlítását.

Az ENSZ „Renewables 2016, Global Status Report” jelentése 12 földrészre, illetve országra mutatja be a teljes költség számításait. Az egyes technológiák teljes költségét egy szélesebb költségsávban mutatja be, pontként pedig a súlyozott átlagköltséget jelzi, így láthatóak a költségek szélsőértékei és az átlagos teljes költség is. A 2015-ben megvalósított beruházások globálisan súlyozott LCOE költségei a következők voltak (a WACC azaz weighted average cost of capital 7.5% az OECD országokra és Kínára, 10% minden más országra):

- Vízenergia: 0.05 USD/kWh
- Biomassza: 0.06 USD/kWh
- Onshore szél: 0.06 USD/kWh
- Fotovoltaikus: 0.08 USD/kWh
- Geotermia: 0.08 USD/kWh
- Fosszilis: 0.045 USD/kWh és 0.14 USD/ kWh közötti értékek

Az érettnek számító technológiák költségei nem csökkennek 2010 óta (ide tartoznak a biomassza, geotermia, vízenergia), viszont a napenergia és a szélenergia hasznosításának költségcsökkenése, valamint technológiai fejlődése igen jelentős. A szélenergia hasznosítás költsége az elmúlt harminc évben 2/3-ával csökkent, melynek egyik fele a turbinaköltségek csökkenése és a magasabb hatékonyságnak köszönhető, másik felét pedig a tőkeköltségek, üzemeltetési és karbantartási költségek csökkenése magyarázza. A fotovoltaikus energia költsége csak 2010 és 2015 között majdnem 60%-kal esett (1 MW-os erőművel számolva). Az ENSZ jelentése alapján a megújuló energiaforrások költségei fej-fej mellett versenyeznek a hagyományos energiatermelési módok költségeivel (támogatások nélkül, valamint a fosszilis üzemanyagok externális költségeit nem számítva). (REN21, 2016, p 81-85)

A Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (IRENA) szintén nyomon követi a megújuló energia technológiák költségváltozását. Adataik szerint a fotovoltaikus modulok ára 2009 óta 80%-kal csökkent, a szélturbinaárak 30-40%-kal lettek

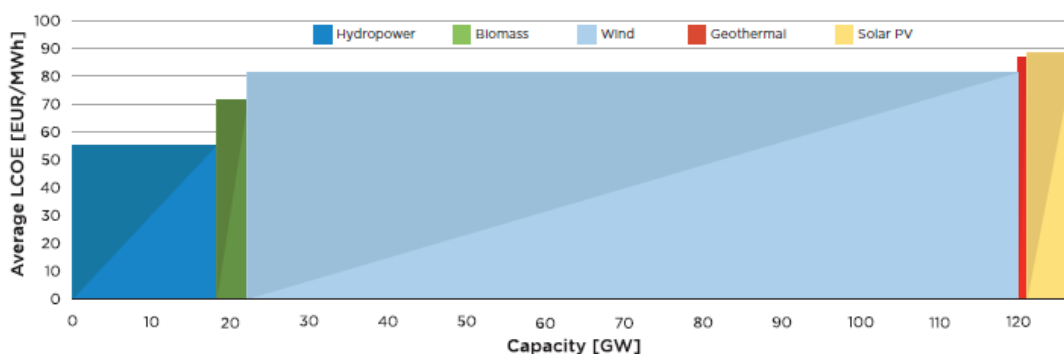
olcsóbbak. Elemzéseiket 15.000 db 'utility-scale', azaz erőművi méretű, megvalósult beruházás és 5.600 tender és beszerzési megállapodás alapján végezték. Munkájukat továbbá segíti egy kifejezetten az árazásokat nyomon követő, vállalatokból, ipari szövetségekből, kormányokból, kutatókból álló szövetség.

Az IRENA 2017-ben jelentetett meg egy tanulmányt a Dél-Kelet-Európai régió megújuló villamosenergia-termelési potenciáljáról. Minden országra három tőke költség-verzióval számoltak (EU országokban 6, 8, 10%-os, nem EU országokban 8, 10, 12%-os, Ukrajnában 14, 16, 18%-os kezdeti tőke költséggel, majd 2030-ra és 2050-re mindenhol azonosan 6, 8, 10%-os tőke költséggel számoltak). Átlagosan az alábbi LCOE értékek jöttek ki:

- Vízenergia: 56 EUR/MWh
- Biomassza: 72 EUR/MWh
- Szélenergia: 82 EUR/MWh (helyenként 50 EUR/MWh alatti is lehet)
- Geotermikus: 86 EUR/MWh
- Fotovoltaikus: 88 EUR/MWh (helyenként 70 EUR/MWh alatti is lehet)

Ezzel az ENSZ 2016-os jelentésének megfelelő világszintű költség-sorrendnek megfelelően alakult a Dél-Kelet-Európai régió beruházási költsége is. A költségek szintje szintén azonos nagyságrendű, figyelembe véve a tanulmányok születése időszakának árfolyamszintjét (1 - 1,2 USD/EUR árfolyam 2015 és 2017 között). Lényeges különbség a szélenergia költség szintjében van, az átlagos DKE-régiós költségek majdnem 40%-kal meghaladják a világszintű átlagot.

Az IRENA tanulmánya figyelembe vette a meglévő erőművi szerkezetet, az ahhoz hozzáépülő, további költséghatékony lehetőségeket keresték. (IRENA et al. 2017) Az eltérő tőke költségek a magasabb országhoz tartozó Ukrajnában akár tízszeres, az alacsonyabb kockázatú országokban csak kétszeres, vagy annál is kisebb eltérést okoznak a legmagasabb és legalacsonyabb tőke költséggű forgatókönyvek alapján megvalósítható kapacitások között. A Dél-Kelet-Európai régióra vonatkozóan az egyes technológiák különböző LCOE értékei és a költséghatékonyan megvalósítható beruházási kapacitások a következő (11. sz.) ábrán kerülnek bemutatásra:



11. ábra: További, költséghatékony megújuló energia potenciál a Dél-Kelet-Európai régióban.

Forrás: Irena 2017

Az IRENA elemzése alapján tehát elsődlegesen a vízenergia hasznosítása a legkézenfekvőbb, 56 EUR/MWh költségen közel 20 GW kapacitás építhető be a vizsgált régióban. A vízenergia kapacitáskihasználtsága évi 2917 óra működéssel került számításba, azaz az időjárásfüggő technológiák közül a legmagasabb évi

óraszámmal hasznosítható ez a technológia. Másodikként a biomasszát javasolták a hasznosításra, kicsivel 70 EUR/GWh feletti LCOE értéken néhány GW kapacitás építhető be, kihasználtsági óraszám közel a legmagasabb, évi 5743 órával. A szélenergia hasznosításának kapacitáskorlátja már jóval magasabb, közel 100 GW-ra becsüli a költséghatékonyan megvalósítható projektek mértékét az Irena, 80 EUR/MWh teljes költségen. A geotermia kicsi beépített kapacitási potenciállal bír, viszont a legmagasabb évi óraszámmal számolható a teljesítménye: évente 7083 órát tud termelni, közel 90 EUR/MWh költségen. A megújulók közül legdrágább technológiaként a fotovoltaikus hasznosítás ismert, szintén 90 EUR/MWh áron kevesebb, mint 10 GW kapacitás lehetőségét látja az Irena, a legkisebb éves hasznos óraszám (7. táblázat) (1395 óra/év).

7. táblázat: A Dél-Kelet-Európai régióban költséghatékonyan megvalósítható további megújuló energia beruházások.

	Kapacitás, GW	Évi termelés, GWh	Évi hasznos óraszám	Átlagos LCOE, közepes tőkeköltséggel (EUR/MWh)
Fotovoltaikus	32,4	45 137	1 395	88,23
Szél	231,7	595 517	2 570	82,18
Víz	18,1	52 860	2 917	56,07
Biomassza	9,7	55 933	5 743	71,63
Geotermikus	0,7	5 100	7 083	86,48
Teljes	292,7	755 052	2 580	

Forrás: saját szerkesztés Irena 2017 alapján, 2018

A Lazard pénzügyi tanácsadó cég rendszeresen jelentet meg elemzéseket a teljes energiaköltségekről (Lazards, 2017). Az általuk vizsgált költségek az USA területére vonatkoznak, így globális összehasonlításban korlátozottan használhatóak egyrészt a földrajzi, másrészt a pénzügyi adottságok és feltételezések miatt. Hat tőkekölték értékkel számoltak 5,4% és 9,2% között. A tőkekölték függvényében az egyes technológiák költsége különböző mértékben változik, 21 - 59%-os mértékben. Az árárányok miatt érdemes a következtetések bemutatása; 2017. novemberi tanulmányukban az alábbi eredményekre jutottak:

- Vízenergia: -
- Biomassza: 55-114 USD/MWh
- Szélenergia: 30-60 USD/MWh
- Geotermikus: 77-117 USD/MWh
- Fotovoltaikus: 76-150 USD/MWh

Magyarországon a szakirodalomban ismert anyagok közül legutoljára a Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóintézete végzett LCOE értékelést a Nemzeti Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv (NCST) felülvizsgálatához. A kutatás célja annak a bemutatása volt, hogy a rendkívüli gyorsasággal változó technológiai-üzleti környezet alapján mennyiben lenne javasolt a 2010-ben elfogadott NCST-t néhány évvel követően a terv hangsúlyainak a megváltoztatása és egy optimálisabb energiamix kialakításának a megcélzása.

A tanulmány különböző optimalizációs szempontokat alkalmazott, mint pl. legalacsonyabb összköltség, legnagyobb ÜHG-megtakarítás, legnagyobb foglalkoztatási hatás, és egy komplex szempontrendszer alkalmazása is megtörtént. A módszer számolt pl. olyan feltételezéssel, hogy a beruházások határköltége

növekszik amiatt, mert a legideálisabb helyszínek lekötése után vagy a további beruházási helyszínek költségei növekednek, vagy az ott elérhető energiahozam már kisebb.

Az MTA módszertana alapvetően három méret szerint vizsgálta a technológiák költségeit, kicsi, vagy háztartási méretű; közepes méretű; nagy erőművi méretű kategóriákat alkalmazva. További szempontként villamosenergia termelést, kapcsolt villamos és hőtermelést, valamint csak hőtermelést vizsgált. A teljes költségeket pedig értékhatárban adta meg, alsó és felső szélőértéket használva. A vizsgált kategóriáknak megfelelően 27 különböző „termék” jött létre, ennek megfelelően 54 alsó és felső költséghatárral. (Hartman et al., 2017)

Az LCOE számítás alapján Magyarországon, 2014-ben a megújuló energiaforrások közül a legalacsonyabb teljes költségek a következők voltak:

- Fűtési célra: geotermikus fűtőmű, 30,63 és 69,23 EUR/MWh értékkel;
- Villamosenergia termelési célra: szél erőmű, 61,37 és 79,97 EUR/MWh értékkel
- Kapcsolt hő és áramtermelésre: szennyvízre épülő biogáz üzem, 26,07 és 34,9 EUR/MWh értékkel.

A korábban bemutatott tanulmányokkal való összehasonlíthatóság érdekében a fő technológiák LCOE költségei is bemutatásra kerülnek, csak a megújuló áramtermelésre vonatkozóan:

- Vízenenergia: 77,70 - 112,17 EUR/MWh
- Biomassza: 51,17 - 89,77 EUR/MWh
- Szélerenergia: 61,37 - 79,97 EUR/MWh
- Geotermikus: 42,63 - 81,47 EUR/MWh
- Fotovoltaikus: 110,8 - 207,37 EUR/MWh (csak háztartási méretű kategória lett beárazva)

A Bloomberg New Energy Finance (BNEF) 2018-as jelentése a globális LCOE értékekre a következő adatokat adja (Bloomberg, 2018):

- Szélerenergia (offshore): 104 EUR/MWh
- Szélerenergia (onshore): 48,6 EUR/MWh
- Fotovoltaikus: 62 EUR/MWh

Az előzőekben bemutatott teljes költségszintek összehasonlító táblázata az alábbiában látható (8. sz. táblázat).

8. táblázat: Megújuló energia technológiák teljes elektromos áram előállítási költsége, több szakirodalmi forrás szerint.

	MTA, 2017 (Magyarország)	Irena, 2017 (Globális)	ENSZ, 2016 (Globális)	BNEF, 2018 (Globális)	Lazard, 2017 (USA)
Vízenenergia	94,9	56	45	-	-
Biomassza	70,5	72	54	-	93,0
Szélerenergia (szárazföldi)	70,7	82	54	55	49,5
Geotermikus	62,1	86	72	-	106,7
Fotovoltaikus	159,1	88	72	70	124,3

Az adatok EUR/MWh értékben vannak kifejezve. Az MTA fotovoltaikus értékei 50 kWp, a Lazard 1,5 MWp rendszerre vonatkoznak.

Forrás: Saját szerkesztés, MTA, Irena, ENSZ, Lazard, BNEF alapján, 2018

Megismerve a zöld elköteleződéseket a világszintű Párizsi Megállapodástól a nemzeti szintű energiastratégiáig és a zöldítéshez hozzárendelt forrásokig, egyértelműnek tűnik, hogy a zöld, megújuló energiaforrások fejlesztése élvez kiemelt elsőbbséget világszerte, és anyagi támogatásban is jellemzően az alternatív energiaforrások részesülnek. Ehhez képest megdöbbentő látni a Yale University (2016) jelentésében, hogy bizonyos országokban még nő is évről-évre a fosszilis energiák számára juttatott támogatás. Az Oil Change International (2017) tanulmánya szerint a G20 kormányok és multilaterális bankok közel négyszer annyi pénzt juttatnak a fosszilis energiahordozók támogatására, mint a megújuló energiaforrásokra. Ennek az értéke 2013 és 2015 között évi 71,8 Mrd USD fosszilis és 18,7 Mrd USD zöld támogatás. Más csoportosításban, az összes energetikai szubvenció 58%-a fosszilis, 15%-a tiszta energia, 26%-a energetikai infrastruktúra célokra lett elkölve.

A Nemzetközi Energiaügynökség adatai szerint 2014-ben 500, 2015-ben 325 Mrd USD értékű fosszilisenergia-fogyasztási támogatás került kifizetésre (az IEA nem csak a G20 országokra vonatkoztatja az adatokat). (IEA, 2016)

A Világbank jelzésértékű módon 2017-ben kijelentette, hogy 2019-től megszünteti az olaj- és földgáz kitermelési projektek (upstream) finanszírozását. A vállalás szimbolikus, mivel a banki portfólióban mindössze 1-2%-ot nyomnak az ilyen projektek. Továbbá a vállalás nem vonatkozik a földgáz szállítását szolgáló vezetékek és erőművek finanszírozásának megszüntetésére, vagy más bankok számára ilyen tárgyú ajánlás készítésére. Az Európai Beruházási Bank például a „Trans-Adriatic Pipeline” (TAP) finanszírozása kapcsán elhalasztotta döntését, de továbbra is vizsgálja annak lehetőségét. (A földgáz-szállító vezeték finanszírozása a bank eddigi legnagyobb kölcsönnyújtása volna, 1,5 Mrd EUR értékben.) (Euractiv, 2017b)

A Világbank bejelentése ugyanakkor kapcsolódik a brit bankok kezdeményezéséhez, (Lloyds, Barclays, HSBC, Royal Bank of Scotland, Santander, és Standard Chartered) hogy a jövőben közzé fogják tenni a globális felmelegedésnek való közvetlen vagy közvetett pénzügyi kitettségeiket, csatlakozva a „Task Force on Climate-related Financial Disclosures” kezdeményezéshez. (The Guardian, 2017b)

4.5. Innovációs potenciál, szabadalmak

Az EU célul tűzte ki, hogy a megújuló energiaforrások kapcsán exportképes termékeket fejlesszen ki, állítson elő, majd azokat ténylegesen juttassa is külföldre. A Világszintű Szellemi Tulajdon Hivatala (World Intellectual Property Organisation, WIPO) részletes elemzést készített a négy legjellemzőbb megújuló energetikai terület szabadalmairól, azok fejlődéséről 1975 és 2011 között. A négy vizsgált terület a bioüzemanyagok, a napenergia termikus hasznosítása, a napenergia fotovoltikus hasznosítása, és a szélenergia áramtermelési hasznosítása. A területen világszerte óriási aktivitás volt észlelhető: a vizsgált technológiákra vonatkozó szabadalmak száma a 2006 és 2011 közötti hat éves időszakban meghaladja az azt megelőző 30 év szabadalmainak számait.

A vizsgált területek szabadalmainak száma az átlagosnál nagyobb mértékben növekedett (2006-tól az átlagos növekedés évi 6%, míg a megújulók terén évi 24%;

csak 2011-ben 182.000 megújuló szabadalmi bejegyzés érkezett). Világszerte az 1990-es évek vége felé indultak növekedésnek a megújuló szabadalmak, majd a 2000-es években rohamtempóban fejlődött számuk.

2005-ig a termikus napenergia hasznosítás uralta a szabadalmi bejegyzéseket, azonban 2005 után átvette a vezetést a napelemes és a szélenergia technológia. 2005 óta a legtöbb szabadalmi bejegyzés három területen is Kínából érkezett (a szélenergia kivételével).

A jelentés szerint egyértelműen a világszerte beinduló megújuló energetikai politikák, támogatások adták a táptalajt a szabadalmak gyarapodásának.

Megvizsgálandó ugyanakkor, hogy Európa mekkora részt tudott hasítani magának a megújuló energetikai fejlesztésekből.

Az első húsz technológia tulajdonos a 2006-2011 közötti időszakban nagyrészt fotovoltaiikus, kisebb részt szélenergiában volt érdekelt. A húsz vállalatból mindössze kettő európai (Vestas, Dánia; Siemens, Németország), 12 japán, 3 koreai, 1 egyesült államokbeli, 1 kínai és 1 indiai.

A bioüzemanyag szabadalmainak legnagyobb részét, egynegyedét uralta Kína, az USA pedig a szabadalmak 21%-át adta. A termikus napenergia hasznosítás kapcsán megemlítendő, hogy napjainkra visszaesett az új telepítések száma, aminek az oka a fotovillamos napenergiahasznosítás költségcsökkenése. Azonban 2011-ig még tartott a hőhasznosítási lendület, az első húsz vállalatból 5 németországi bejegyzésű volt, a többség azonban kínai.

A fotovoltaiikus szabadalmakat a japán cégek uralták, az első húzból 14 cég japán volt, és többségük a hosszú távú listán is szerepel. A maradék 6 cég is mind ázsiai, azaz sem európai, sem amerikai vállalat nem került be a legtöbb szabadalmat nyújtó 20 fotovoltaiikus cégek közé. A fotovoltaiikus szabadalmak száma 2006-2011 között évi 33%-kal nőtt, az időszak során több, mint 80.000 szabadalmi bejegyzés született. Bár a legaktívabb intézmények, vállalatok ázsiaiak, a szabadalmak földrajzilag arányosan helyezkednek el Kína, Japán és az USA között; Dél-Korea némiképp lemarad mögöttük, Európa pedig a napelemes szabadalmak mindössze 7%-át birtokolja 2006-2011 között. Meglepő, hogy a hosszú időszoron nézve Kína és Dél-Korea 1975 és 2005 között 2-2%-os részesedéssel bírt és, nagyon hirtelen növelte szabadalmi részarányát 20% környékére. A növekedésük Japán rovására ment, aki a korábbi 69%-os dominanciáját elveszítve, 2006-2011 között már csak 28%-át birtokolja az új bejegyzéseknek.

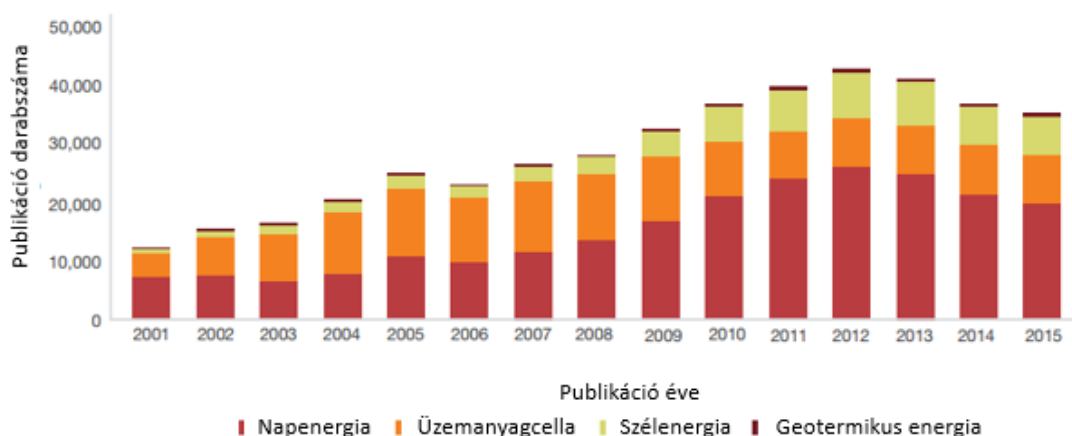
A szélenergia viszonylag érett technológiának minősül a többi területhez képest, azonban az offshore (tengeri) fejlesztések, valamint a szoftveres, vezérlési, hatékonyság javítási, és hálózatintegrálási tevékenységek számos szabadalmat eredményeztek az elmúlt időszakban. 2006 és 2011 között a második legnagyobb fejlődést érte el, évi 27%-kal bővült a szabadalmak száma. Európa élen jár a szélenergiával kapcsolatos szabadalmakban: húzból 8 vállalat európai, azaz az első húsz technológiatulajdonos 40%-a európai (a Siemens, Vestas, Gamesa, Nordex, Bosch, Enercon, LM, Alsto). Kína jegyzi a világszintű szélenergia szabadalmak 30%-át. Japán egyre kevésbé aktív a szélenergia fejlesztésben.

A vizsgált 2006 és 2011 közötti időszakban Európa megújuló energia hasznosításra vonatkozó szabadalmainak száma folyamatosan növekedett - ennyiben mindenképp látszik a támogatáspolitikák eredményessége. Azonban Európa csak egyetlen téren, a napenergia hőhasznosítása terén ért el jelentős növekményt a szabadalmi

részesedésből, pont abban a technológiában, amely egyre kevésbé jelentős a világszinten. Európa nagyon jelentős a szélenergia hasznosítást szabadalmaztató cégek között, és kis mértékben folyamatosan nő részesedése az összes szélenergiára vonatkozó szabadalom között is, teljes részaránya mégis bőven elmarad Kínától. (Helm et al., 2014)

A megújuló energia területének szabadalmi bejegyzései tekintetében 2012-ben azonban komoly fordulópontra következett be: a napenergiára vonatkozó szabadalmi bejegyzések elkezdtek csökkenni (2012 és 2015 között megközelítőleg egyharmaddal csökkent a számuk); a szélenergia szabadalmi szintén csökkenni kezdtek.

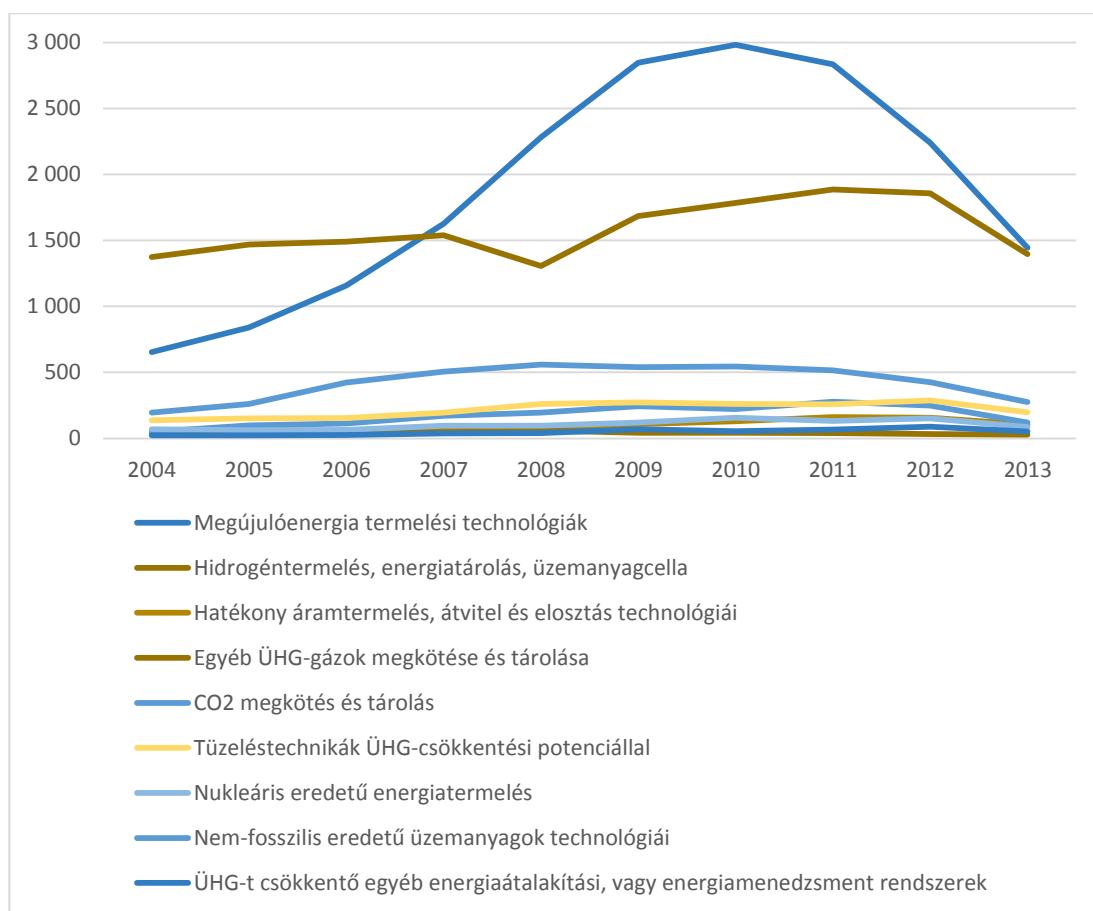
Az üzemanyagcellára vonatkozó szabadalmak száma eddig a 2004-2007 közötti években volt a legmagasabb, azóta szintén csökkent bejegyzések száma (15. ábra).



12. ábra: A megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó technológiák szabadalmi bejegyzésének trendjei.

Forrás: WIPO, 2017

A 16. ábra szintén jól érzékelteti a 2012-es fordulópontra. Az ábrán nem a világszintű, hanem az európai szabadalmi hivatalhoz benyújtott azon bejegyzési kérelmek száma látható, amely technológiák célja az ÜHG-kibocsátás valamilyen módon történő elkerülése, csökkentése.



13. ábra: A European Patent Office-hoz benyújtott, energiatechnológiákra vonatkozó szabadalmi bejegyzések számának alakulása

Forrás: Eurostat, 2017b

Az ábra egyrészt jól leképezi az előbbieken bemutatott világszintű folyamatokat, jelezve a megújuló energetikai innovációs folyamat megtörését. A folyamat megtörésének lehet magyarázata a technológiai érési görbéken való előrehaladás, egy bizonyos fejlettség elérése, ami után már csökken a technológia innovációs potenciálja; de ugyanígy magyarázhatja a lendület megtörését a korábban igen bőkezű támogatási rendszerek kivezetése, vagy szigorítása.

Másrészt viszont mutatja az ábra azt is, hogy az összes energetikai technológia közül 2004-2006 között a hidrogéntermelés, energiatárolás, üzemanyagcella fejlesztésére vonatkozó szabadalmak vezették az ÜHG-csökkentési folyamatokat, 2007-től pedig átvették a vezetést a megújuló energiatermelés technológiái. Az ábra szintén mutatja a nukleáris szabadalmak számát, amely nagyon elmarad a megújuló technológiák szabadalmainak számától. A fosszilis energiahordozókra vonatkoznak a CO₂ megkötésével, egyéb ÜHG-gázok megkötésével, valamint a tüzeléstechnikák ÜHG-csökkentésével kapcsolatos szabadalmak, amelyek 2004 és 2013 között összesen kicsivel több mint 10%-át adták csak az alternatív energiaforrások (megújulók, valamint hidrogén, energiatárolás, üzemanyagcella) szabadalmi számának. A fosszilis energiahordozók kitermelési vagy hasznosítási technológiái önálló csoportként nem szerepelnek a vizsgált adatbázisokban, de valószínű, hogy a hatékonyságjavítási, ÜHG-csökkentési szabadalmak az általam is vizsgált kategóriákban benne vannak (tüzeléstechnika, CO₂ megkötés).

A kutatás-fejlesztés fázisától a technológiai és piaci érettség eléréséig hosszú utat járnak be a technológiák. Ennek a fejlődési útnak az egyes fázisaira vonatkozóan különböző fejlettségi szinteket jelöl a 'Technology Readiness Level' (technológiai fejlettség szintje, TRL) besorolás. A TRL besorolás a NASA és Stan Sadin együttműködése alapján, 1974 óta van használatban. 9 szinten azonosítja a különböző fejlettségi fázisokat (az egyes technológiai területek függvényében változhat a besorolások megnevezése) (NASA, 2017; Európai Bizottság, 2017c):

1. Alapelvek megfigyelése és közzététele
2. Technológia koncepciójának megfogalmazása
3. Analitikus vagy kísérleti vizsgálat
4. Laboratóriumi körülmények közötti vizsgálat
5. Valós körülmények közötti vizsgálat
6. Valós körülmények közötti demonstráció
7. A rendszer prototípusának demonstrációja valós működési környezetben
8. Elkészült és minősített rendszer
9. A tényleges rendszer valós működési körülmények közötti igazolt működése

A TRL rendszer a legismertebb, azonban vannak más besorolási rendszerek is, ilyenek a rendszerre, gyártásra, kereskedelemre, általános érettségre, kockázatokra vonatkozó skálák (System Readiness Level, Manufacturing Readiness Level, Commercial or commercialisation Readiness Level, Global Maturity Level, technology risk perspective).

A fenti TRL szintek közötti ugrás jellemzően újabb és újabb innovációkkal valósul meg, emiatt jól mutatja egy már ismert technológiai kezdeményezésnek a további K+F és innovációs szükségletét (amely innovációk révén elér a technológia a fejlett technológiák közé).

Az egyes technológiák különböző szempontok szerint különböző TRL szinteken állhatnak egy adott pillanatban, a különböző szempontok szerinti csoportosítás árnyaltabb képet mutat arról, hogy milyen területeken van szükség további fejlődésre egy adott technológiának.

A megújuló energia használatának technológiai is megfeleltethetők a TRL szinteknek, különböző szempontok szerint. Bár szinte mindegyik megújuló energiaforrásnak van már fejlett hasznosítási technológiája, újabb, a már meglévőkkel versengő hasznosítási technológiák is a fejlődés útján haladnak. Az Európai Bizottság (2017c) egy tanulmánya a következő mátrix szerint látja a megújuló energiaforrások hasznosítását célzó újabb technológiák érettségét (9. táblázat):

99. táblázat: Megújuló energia hasznosítási technológiák TRL-szerinti besorolása.

Szempont / TRL szint (2017)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stabil teljesítmény				a, b, c, d, e, f	i, g, h				
Elvárt teljesítmény					e, a, b, c	f, g, h			

Tömeggyártásra való felkészültség		j				a, b, e	c, d, f, g, h		
Standardizáció						e, j	b, c, g, h	a, d	
Piac, költség, üzleti készültség	i	i	i, d, j	i	i	i, a	i	g, h	
Fenntarthatóság	d	c, d	d	d	e, f, g, d	h	j		
Kockázatelemzés	f	b	d, j	i					
Szimuláció, numerikus modellek		b, c, e, i, f, j, g, h	d						
Rövidítések:	<i>a=fotovoltaikus napenergia; b=koncentrált napenergia; c=vízenergia; d=fűtési és hűtési energia; e=szélenergia; f=közlekedési bioüzemanyag; g=biomassza biológiai reakcióval; h=biomassza hőreakcióval; i=geotermikus energia</i>								

Forrás: Saját szerkesztés Európai Bizottság (2017c) alapján, 2018

A korábbiakban említettek szerint, a benyújtott szabadalmi kérelmek száma alapján elmondható, hogy a megújuló energiatermelési technológiák kiemelt innovációs, fejlesztési területek voltak a 2004-2012 közötti időszakban mind világszerte, mind Európában. A benyújtott szabadalmak száma jelentősen meghaladta a bármely más energiaforrás környezeti hatékonyságára, fenntarthatóságára irányuló szabadalmainak számát.

Az Európai Bizottság TRL besorolása alapján pedig látható, hogy a megújuló energia hasznosítási technológiákban további innovációs lehetőségek rejlenek, hiszen számos technológia még nem érte el a kereskedelmi fejlettség szintjét.

Mind a szabadalmak számával, mind a TRL szerinti besorolás alapján igazolni látom H4 hipotézisemet, azaz a megújuló energiaforrások használata hozzájárul az innovációs teljesítményhez. Azonban fontos megvizsgálni, hogy a megújuló technológiák innovációs potenciálja látványosan eltér-e a hagyományos technológiáktól.

A hagyományos energiatermelési módokban is rejlik még további innovációs potenciál, mint azt az IEA „Innovation Tracking Framework” elemzése jelzi (IEA, 2018). Az elemzés azért jelentős, mert azokat a technológiai fejlesztéseket veszi sorra, amelyek a hosszútávú dekarbonizációs célkitűzések elérése érdekében szükségesek, azaz a fenntarthatóság kihívásainak megfelelnek, akár fosszilis energiahordozókra vonatkoznak, akár megújuló energia technológiákra. Az IEA összesen 35 technológiát (vagy felhasználási területet) vizsgálva, 100 innovációs rést, szükségletet azonosított. A vizsgált, és dekarbonizáció-célú innovációs potenciált hordozó kategóriákat és technológiákat a következő, 10. táblázat mutatja (terjedelmi korlátok miatt a konkrét technológiai megoldások nem szerepelnek a táblázatban):

10. táblázat: Az IEA által azonosított innovációs célterületek a dekarbonizáció érdekében

Áramtermelés	Épületek	Közlekedés	Ipar	Energia integráció
--------------	----------	------------	------	--------------------

Megújuló energiaforrások	Épületburok	Elektromos járművek	Vegyipar	Energiatárolás
Atomenergia	Fűtés	Könnyű járművek üzemanyagtakarékossága	Vas és acél	Okos hálózatok
Földgáztüzelés	Hűtés	Nehézárművek	Cement	Fogyasztói választékedések
Széntüzelés	Világítás	Bioüzemanyagok	Papír	Digitalizáció
CCU	Eszközök, berendezések	Légi közlekedés	Alumínium	Hidrogén
	Adatközpontok és hálózatok	Nemzetközi hajózás	CCU	Megújuló hőenergia
		Vasút		

Forrás: Saját szerkesztés, IEA (2018) alapján, 2018

Amellett, hogy a teljes energetikai értéklánc szerepel valamilyen módon az IEA innovációs listáján, a hagyományos energiahordozók esetén a 11. táblázat szerinti technológiáktól vár áttörést az IEA (a CCS/CCU nincs jelölve, de a földgáz, -és széntüzelésnél szintén komoly innovációs területet jelent):

101. táblázat: Az IEA által azonosított innovatív dekarbonizációs technológiák a hagyományos energiahordozók terén

Földgáztüzelés	Széntüzelés	Atomenergia
Rugalmas működés	Hőmérsékletemelés és hatékonyságjavítás	Költséghatékony élettartamnövelés 50-60 év után
Következő generációs üzemanyagcella	Alacsony terhelésen való működés	Kis, moduláris reaktorok
Költséghatékony hidrogén turbinák		Áram és hő kapcsolt termelése

Forrás: Saját szerkesztés, IEA (2018) alapján, 2018

A felhasználói oldalon a magas ÜHG-intenzitású feldolgozóipari technológiák fejlődési potenciálja kiemelendő innovációs területként. Az acéliparban 11, a cementiparban 12, a papíriparban 4, vegyiparban 9, alumíniumiparban 8 kulcsterületet lát az IEA, mind legalább TRL 4-es fázisban van jelenleg. Ezekre a technológiákra szükség van ahhoz, hogy a kívánt dekarbonizáció világszerte végbe mehessen az ipar által előállított termékek piacon maradása, elérhetőségének biztosítása mellett.

Megállapítható tehát, hogy a dekarbonizációs jövőképpen szükséges, hogy ne csak a megújuló energiaforrások, de a hagyományos energiaforrások és azok felhasználási területe is folyamatos innovációs terület maradjon.

Fontos kiemelni, hogy a megújuló és a hagyományos (fosszilis és nukleáris) energiahordozók áramtermelésében a tovagyrúzó innovációs hatások között különbség van. A fosszilis energiahordozók és a nukleáris energiahordozó is azonos módon, hőenergia transzformációjával állít elő villamosenergiát. A hagyományos módon előállított villamosenergia jellemzően zsinór-termeléssel, azonos villamoshálózatra kerül. Ehhez képest a megújuló energiaforrások jellemzően nem-hőenergia alapúak, illetve jellemzően nem zsinór-termelésre alkalmasak. Ennélfogva, sokkal nagyobb hálózati rugalmasságot tesznek szükségessé, mint a zsinórtermelésre berendezkedett, hagyományos alaperőművek. Az időjárásfüggő, változó hozamú energiakínálat viszont rugalmasságot követel (vagy termelői, vagy

rendszer szabályozói, vagy fogyasztói oldalán). A változó energiahozam növekvő árfluktuációt jelent, ami az áramszektor szerződéses modelljeit is érinti. Ennélfogva a megújuló energiaforrások használatának tovagyrúzó innovációs hatása az, hogy a termelési fejlesztések mellett mind az energiátárolás, kiszabályozás, elosztás, fogyasztás, árazási modellek, kapcsolódó okos-eszközök és okos-hálózatok terén is fokozottan növekszik az innováció potenciális területe.

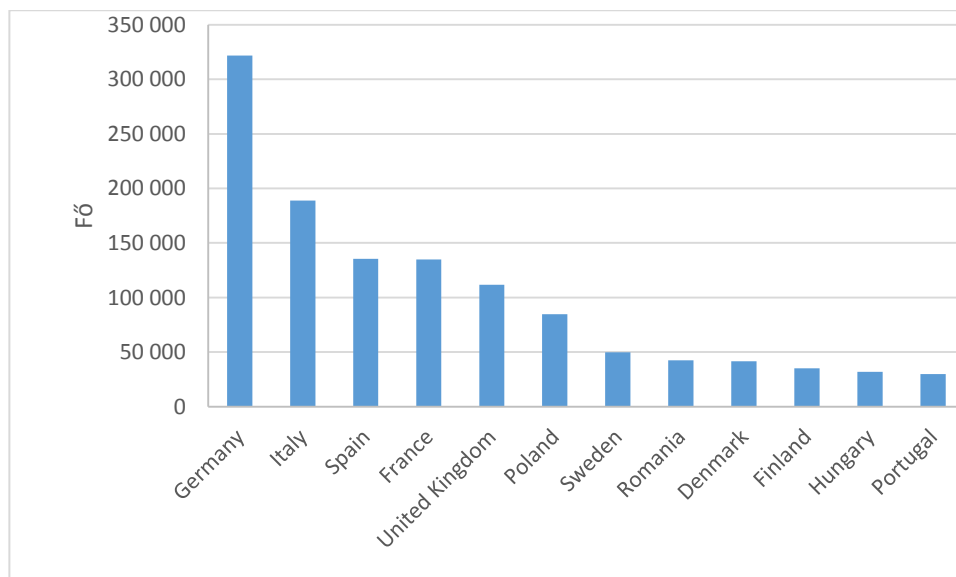
A fentiekben bemutatott irodalomelemzés alapján elmondható, hogy a H4-nek megfelelően, a megújuló energiaforrások valóban hozzájárulnak az innovációs képességek fejlődéséhez, amit közvetlen módon igazol az Európai Bizottság tanulmánya, közvetett módon utal rá a benyújtott szabadalmak száma, a várható tovagyrúzó hatások, valamint a fenntarthatósági jövőkép (amely limitálja az ÜHG gázok kibocsátását). A tovagyrúzó hatások miatt pedig a jövőben is fokozott innováció várható a megújuló energiaforrások hasznosítása terén, mivel az túllép az energiatermelésen és összetett, rendszerszintű, rugalmas, egymástól számtalan ponton függő villamosenergia rendszert tesz szükségessé. A megállapítást árnyalja ugyanakkor az IEA elemzése, amely rámutat arra, hogy a hagyományos energiahordozók és azok felhasználási területei is magas innovációs potenciállal rendelkeznek, és az innovációk megvalósulása szükséges is a fenntartható, dekarbonizációs jövőkép eléréséhez.

4.6. Munkahelyteremtés

Az IRENA 2012 óta elemzi a megújuló energia iparág foglalkoztatási hatását. A világszerte a megújuló energia ágazatban foglalkoztatottak számát az Irena 2016-ban 9,8 millió főre becsülte. A munkahelyek 62%-a ázsiai, 2013-ban még csak a munkahelyek fele volt Ázsiához köthető. Az Európai Unió 2013-ban 19%-át adta a munkaerőnek, 2016-ban csak 14%-ot.

A legnagyobb foglalkoztató szektor pedig a napelem, egyharmados részesedéssel. A napelemmel foglalkozók száma 12%-kal nőtt az előző évhez képest, és növekedtek a szélenergiával kapcsolatos munkahelyek is. 12%-kal csökkent viszont a termikus napenergia hasznosítás munkahelyei száma. Az Irena kettős irányt érzékel: a gyártásautomatizálás és növekvő munketermelékenység minden téren kifejti munkahelycsökkentő hatását, ugyanakkor a fosszilis energiatermelők munkahelyteremtésénél így is magasabb a megújuló energia alapú villamosenergia egységére jutó foglalkoztatotti létszám.

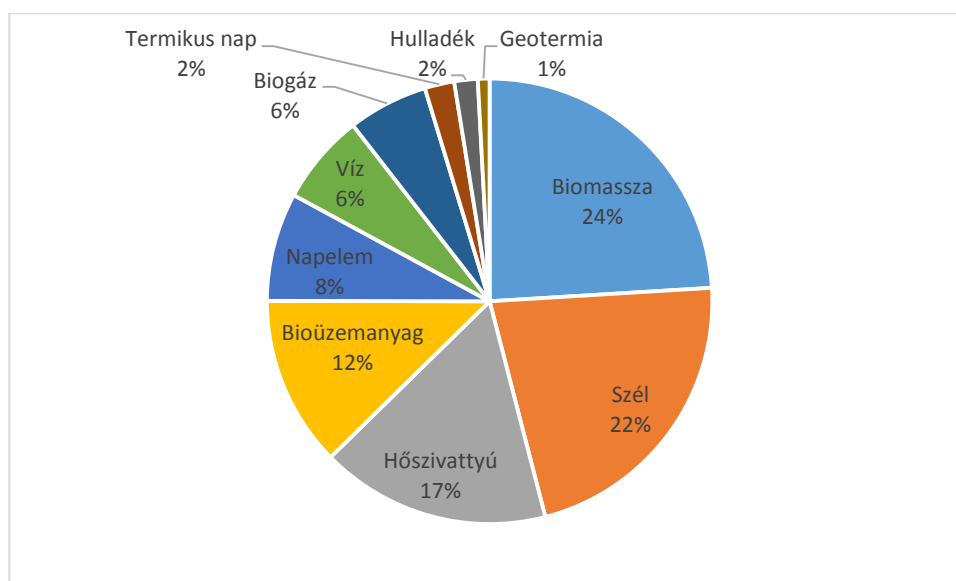
Az Irena adatai alapján (Irena, 2017e) az EU-ban 2015-ben 1,16 millió főnek volt RES munkahelye. Ezzel szemben az EU 2014-ben 1,5 millió főt sorolt a megújuló energia szektorba, óriási sikerként elkönnyelve, hogy ez a 2000-ben becsült 0,5 millió főhöz képest mekkora előrelépés (Európai Bizottság, 2017e). Az EurObserver 2015-ben és 2016-ban is 1,4 millió fős megújuló energiás foglalkoztatottságról ír (EurObserver, 2017). Az EurObserver jelentése szerint az összes EU-s megújulás munkahely egyötöde Németországban van, 322 ezer fővel. A legkevesebb foglalkoztatott Luxemburg, Ciprus, Málta, kevesebb, mint 100 fővel (17. ábra).



14. ábra: Megújuló energia szektor munkahelyei az EU-ban (30.000 fő feletti foglalkoztató országok).

Forrás: Saját szerkesztés, EurObserver 2017 alapján, 2018

A szektorális megoszlás szerint a legnagyobb foglalkoztató EU-s szinten a biomassza ágazat, 346 ezer fővel. Második legnagyobb a szélenergia 316 ezer fővel, ezt követi a hőszivattyús ágazat 240 ezer fővel, a bioüzemanyagok 178 ezer fővel. A napelemes ágazat csak az ötödik a sorban, 113 ezer fővel, ezt követi a vízenergia 95 ezres, a biogáz 84 ezres, a termikus napenergia 31 ezres, hulladék alapú energia 24 ezres és végül a geotermikus ágazat 12 ezres létszámmal. Érdekes, hogy a biológiai eredetű és a hulladék alapú energetika az összes megújuló foglalkoztatott közel felét, 44%-át teszi ki. Összesen 16 országban vagy a bioüzemanyag, vagy a biomassza a legnagyobb foglalkoztató, hat országban a szélenergia, két országban a napelemes és egy országban a vízenergia alkalmazza a megújuló technológiák közül a legtöbb embert (18. ábra).



15. ábra: Az EU-28 megújuló energia szektorai foglalkoztatotti megoszlása.

Forrás: Saját szerkesztés, EurObserver 2017 alapján, 2018

Az EurObserver először 2017-ben, nyolc országban kutatást végzett arra vonatkozóan is, hogy a megújuló energia szektor foglalkoztatásai milyen hatással vannak a hagyományos energiahordozókkal kapcsolatos munkahelyekre. A vizsgált szektorok a következők voltak: áramtermelés, bányászat, áramtermelést szolgáló olaj, finomítás, hőtermelés, kőolaj és földgáz kitermelés. A teljes hatást nem tudta elemezni, csak a közvetlen munkahelyek számát. A hatás érdekes, árnyalja a megújuló energiaforrások pozitív foglalkoztatási eredményeit. Mind a hagyományos, mind a megújuló energetikai tevékenységek más-más munkaerőintenzitással járnak. Más az országra jutó foglalkoztatási hányad a szén bányászó és az azt csak importáló országoknál, így a szénalapú villamosenergia kiváltásának is eltérő foglalkoztatási következményei vannak. A megújuló energia oldalán, a biomassza alapú technológiák viszonylag magas foglalkoztatással járnak az alapanyagok begyűjtési és feldolgozási igénye miatt. Ennek következtében az ilyen tevékenységek arányaiban kevesebb fosszilis munkaerőt váltanak ki, mint pl. amit a szélenergia alkalmazása jelentene. A vizsgált országokban átlagosan 100 megújuló munkahely 16 hagyományos energetikai munkahely megszüntetésével járt. Megfordítva a viszonyítási alapot: minden egyes fosszilis energia alapú munkahely kiváltása átlagosan hat megújuló munkahelyet hozott létre. Az említett, eltérő foglalkoztatási hatások miatt Hollandiában ez a szám 15, Ausztriában 2,5. (EurObserver, 2017, pg. 76)

Beigazolódni látszik tehát az Európai Unió azon törekvése, hogy a megújuló energiaforrások használatával bővüljön a foglalkoztatottság. Bár részletes adatok minden országra vonatkozóan még nem állnak rendelkezésre, a vizsgált nyolc ország tekintetében kijelenthető, hogy a foglalkoztatás bővült, egy hagyományos energetikai munkahely kiváltásával átlagosan hat új munkahely jött létre a megújuló energia szektorban. Megjegyzendő, hogy az időközben kialakult általános munkaerőhiány miatt jelenleg már nem számít erénynek a megújuló technológiák magasabb foglalkoztatási igénye (másképp nézve az alacsony munkatermelékenység), sőt inkább hátránynak nevezhető az.

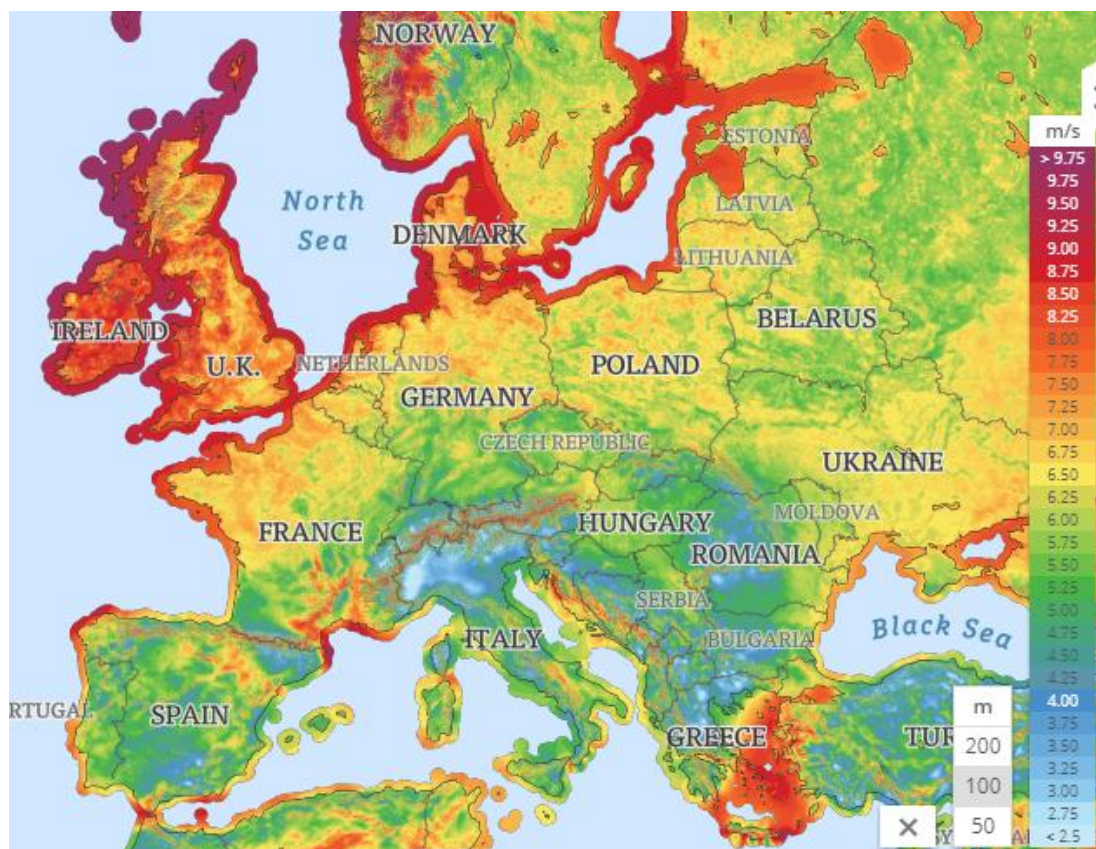
Továbbá fontos megállapítani, hogy Európában a megújuló energia szektor, - ebből következően a szektor foglalkoztatása - továbbra is támogatásfüggő. A támogatások csökkentése azonnal meglátszik a foglalkoztatási adatokban. Az Európai Bizottság 2014-es versenyképességi tanulmánya alapján a német, cseh, spanyol, francia kötelező átvételi támogatási rendszerek újratervezése, az átvételi tarifák csökkentése vagy a rendszerek megszüntetése mindegyik érintett országban negatív hatással volt a foglalkoztatásra. (Európai Bizottság, 2014c)

4.7. Szektorális megújuló energetikai lehetőségek és eredmények

A megújuló energiára vonatkozó EU-s jogszabályi célkitűzések - ebből fakadóan a cselekvési tervek és statisztikák is - három szektort vesznek alapul: a fűtés-hűtés, villamosenergia és a közlekedési ágazatokat. Ahogy az egyes országoknak nagyon eltérő energetikai lehetőségei vannak, úgy ezen ágazatokon belül is más-más sajátosságok határozzák meg a fejlesztési lehetőségeket.

Az országok eltérő természeti adottságait látványosan szemlélteti a Világbank partnerségével létrehozott Global Wind Atlas, illetve a Global Solar Atlas (19. ábra). A szélterkép 50, 100 és 150 m magasságban mutatja a Föld - és így Európa -

rendkívül különböző széladottságait, a naptérkép pedig horizontális globális napsugárzás értékeit mutatja (20. ábra).



16. ábra: Európa széltérképe 100 m-es magasságban.

Forrás: www.globalwindatlas.info (Világbank, 2018a)



17. ábra: Európa napsugárzási térképe.

Forrás: www.globalsolaratlas.info, Világbank, 2018b

A szél- és napenergia feltételein túl természetesen a geotermikus energia, biomassa és vízenergia adottságai is eltérőek Európa területén.

A természeti adottságok mellett eltérőek a felhasználási igények is, az eltérések leginkább a fűtés-hűtés ágazatban jellemzők. Magyarországon az év fele fűtési idény, nyáron pedig egyre nő a hűtési szükséglet. A déli országokban a nyári hűtés energiaigénye magas, fűtési szükséglet sok helyen nincs is, a meleg energia csak használati melegvíz előállításához szükséges. Az északi országokban pedig fordítva. Ezek az eltérések értelemszerűen meghatározzák a megújuló energiaforrások használatát a fűtési-hűtési ágazatban: várhatóan hosszútávon általános lesz a használati melegvíz előállítását szolgáló termikus napenergia hasznosító készülékek (napkollektorok) alkalmazása délen, a hosszú fűtési szezont kielégítő biomassa és hőszivattyús megoldások telepítése pedig északon.

A természeti adottságokon túl, eltérőek az infrastruktúrális adottságok, amely tény - többek között - a megújuló energiaforrás-projektek gazdaságosságát is befolyásolja. Magyarországon a települések szinte 100%-a földgázhálózattal ellátott, így a megújuló fűtési-hűtési projekteknek versenyezniük kell a már kiépült gázhálózat és támogatott lakossági gázárak előnyeivel. Ausztriában a földrajzi adottságoknak - és az azzal összefüggésben lévő településszerkezetnek köszönhetően - sokkal alacsonyabb a lakosság vezetékessé földgázellátottsága, míg magas a biomassa (faapríték vagy fapellet) elérhetősége, ebből adódóan viszonylag elterjedtek az egyedi biomassa fűtési rendszerek. Infrastruktúrális adottságnak tekinthető a villamosenergia hálózatok kiépítettsége, fejlettsége, valamint az országokat összekötő vezetékek határkeresztesző kapacitásai is, ami befolyásolja a megújuló villamosenergia termelés lehetőségeit.

Fűtés-hűtés

A fűtés - hűtés szektorban mind a távfűtési, mind az egyedi fűtési megoldások tekintetében széleskörű lehetőségek adóttak a megújuló energia használatára. Az EU-2020-ig nem alkalmazott közvetlen előírásokat a fűtés-hűtési szektor megújuló energiataralmára vagy részarányára vonatkozóan. 2021-től azonban a felülvizsgált 2009/28/EK Irányelv várhatóan évi 1-2% között részarány-növelést fog elvárni ebben a szektorban kivéve azon országokat, amelyek részaránya már kiindulásként is magas volt.

A megújuló energiaforrások közül a biomassa elsöprő mértékben uralja a fűtés-hűtési ágazatot. A hasznosító rendszerek képe nagyon vegyes: a kályhák, kandallók mellett a modern, elgázosítás elvén alapuló hatékony kézi és automata üzemmódú kazánok egyaránt megtalálhatók itt. A már a korábbiakban taglalt statisztikai, fenntarthatósági és levegőterhelési kérdések miatt érdemes a látványos biomassza-hasznosítási eredményeket kritikával fogadni. A technológiában korlátozott mértékben lehetnek további innovatív elemek, bár elismerendő, hogy az alkalmazott levegőszűrő berendezések, tüzeléstechnikai hatásfokot javító fejlesztések és az automatizált, kényelmes működési körülmények sok esetben így is kielégítik a fenntarthatóság követelményeit.

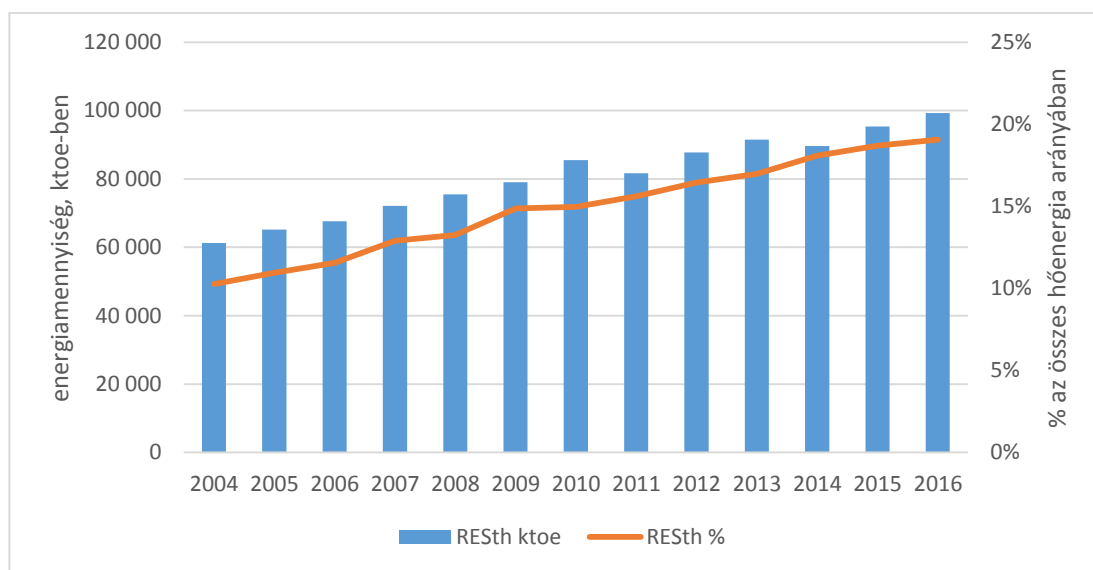
A környezeti hő hasznosító hőszivattyús technológiák magasabb innovációs fokot jelentenek, illetve a fűtőanyag termelésének, beszerzésének, mozgatásának hiányában sokkal inkább igazodnak a modern üzemeltetési körülményekhez, mint a

biomassza fűtési rendszerek. Az elektrifikációs trend értelmében egyre több helyen válik első számú választássá a hőszivattyús technológia, főképp olyan éghajlati adottságok mellett, ahol mind a fűtésben, mind a hűtésben kiaknázhatóak a technológia előnyei.

A napkollektoros fűtést segítő rendszerek piaca az azonos napenergia nyerő területekért folytatott - a napelemek áresése által előidézett versenyben - szinte teljesen megszűnni látszik.

A távfűtő rendszerek azonban hatékonyan és gazdaságosan képesek biomassza, hulladék és geotermikus energia hasznosítására, az elmúlt időszakban és a közeljövőben is komoly fejlődés várható még ezen a téren.

A megújuló energia ágazatok közül a legnagyobb energiavolumen a fűtési-hűtési energiafelhasználás jelenti, azonban a három ágazat közül ez növekedett a legkisebb arányban 2004 és 2016 között. Bővülése azonban így is jelentős: több mint másfélszeresére nőtt a megújuló alapú fűtési és hűtési energia mennyisége (21. ábra). A teljes felhasználáson belül a hőszivattyúk termelésének értéke növekszik, de 2016-ban még csak 10%-át teszi ki az összes megújuló alapú hőnek. 14% jellemzően kapcsolt energiatermelésből származik, és háromnegyed részben biomassza, hulladék, geotermia biztosítja a megújuló hőenergiát. Sokat kell tehát tenni azért, hogy a fenntarthatóbb, innovatívabb technológiák tehermentesíthessék elsősorban az egyedi, nem hatékony biomassza fűtési megoldásokat.



18. ábra: Az EU-28 megújuló fűtési és hűtési energia felhasználásának alakulása energiamennyiségben (ktoe) és a teljes hőenergia arányában.

Forrás: saját ábra Eurostat (2018) alapján, 2018

Villamos energia

A megújuló alapú villamosenergia-termelés hozta a legnagyobb fejlődést az összes felhasználási terület között. Ennek oka elsősorban a nagyvonalú támogatáspolitikákban keresendő, amelyek az irányelvi kötelezések teljesítése érdekében kerültek bevezetésre. Szerencsés, hogy az EU-val egyidőben, nemzetközi

szinten is óriási mértékben nőttek az - elsősorban nap, -és szélenergia - fejlesztések, és így a technológiák költsége nagyságrendekkel le tudott csökkenni.

A szilárd biomassza égetésén alapuló áramtermelők folyamatosan igazolni kényszerülnek a beszállított biomassza megfelelését a fenntarthatósági kritériumoknak. Jelentős technológiai változás nem előrejelezhető a szilárd biomasszára alapuló technológiákban. A folyékony biomassza vagy biogáz technológiája szintén érett technológiának tekinthető.

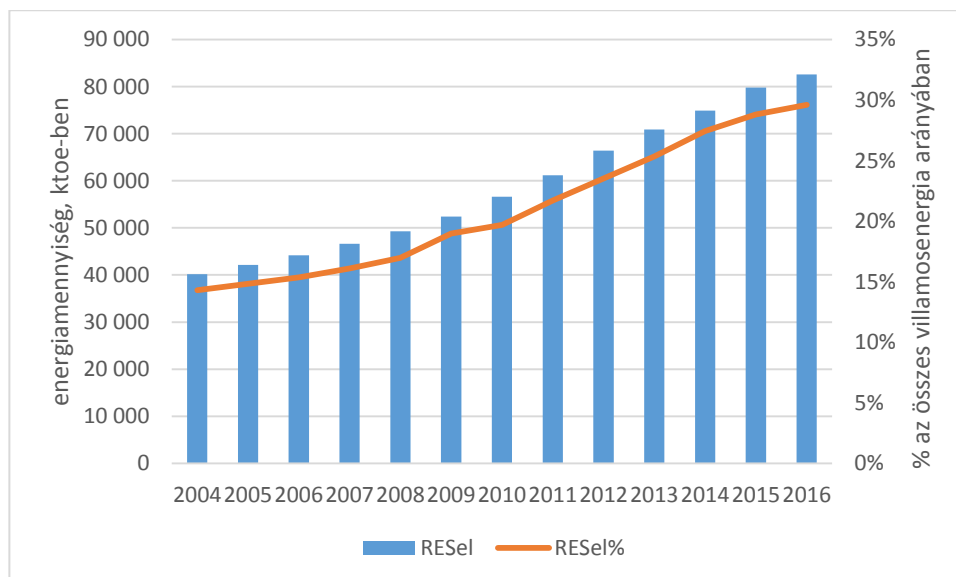
A szárazföldi vízenergiában rejlő fizikai lehetőségek nagy hátránya a környezetkárosítás veszélye. A környezetkárosítás nélkül és gazdaságosan megvalósítható szárazföldi vízenergia projektek további jelentős fejlesztése nem várható már az EU-ban. A meglévő ca. 152 GW kapacitás még az EU-s megújuló energia politikák előtt épült meg, az elmúlt évtizedben kevesebb, mint évi 1%-kal nőttek a beépített kapacitások. A szárazföldi vízenergia jól hasznosul áramtárolási eszközként, a szivattyús-tározós vízerőművek a villamosenergia rendszer egyensúlyának fenntartásában jelentékeny módon tudnak közreműködni (bár a szivattyús-tározós erőművek önmagukban nem minősülnek megújuló energiaforrású erőműnek, csak a tározóba természetes módon kerülő víz mozgási energiája számít annak).

A tengeri vízenergia, mint a hullámok, vagy az árapály mozgási energiája egyelőre még csak statisztikai kategória az EU-ban, mindössze 14 MW kapacitás épült meg 2016 végéig, a nemzeti cselekvési tervekben előrejelzett 641 MW helyett. Az EU azonban így is piacvezetőnek számít a fejlesztésekben, mivel mind a hullám, mind az árapály fejlesztők több mint a fele az EU-ban székel. (Magagna et. al, 2016)

Az Európa egyes területein található magas geotermikus gradiens ellenére nem sikerült áttörést elérni a földhő áramtermelésében, 1995 és 2005 között több kapacitás épült, mint 2005 és 2015 között. 2015-ben összesen 0,8 GW geotermikus erőművi kapacitás működött az EU-ban.

Az európai megújuló villamosenergia piac látványos fejlődését a napenergia és szélenergia hozta az elmúlt évtizedben. A fotovoltaikus technológia két évtized alatt a nulláról indulva 94,9 GW kapacitást ért el 2005-ig, a szélenergia pedig az 1995-ös 2,4 GW kapacitásról nőtt 141,5 GW teljesítményre 2005-re.

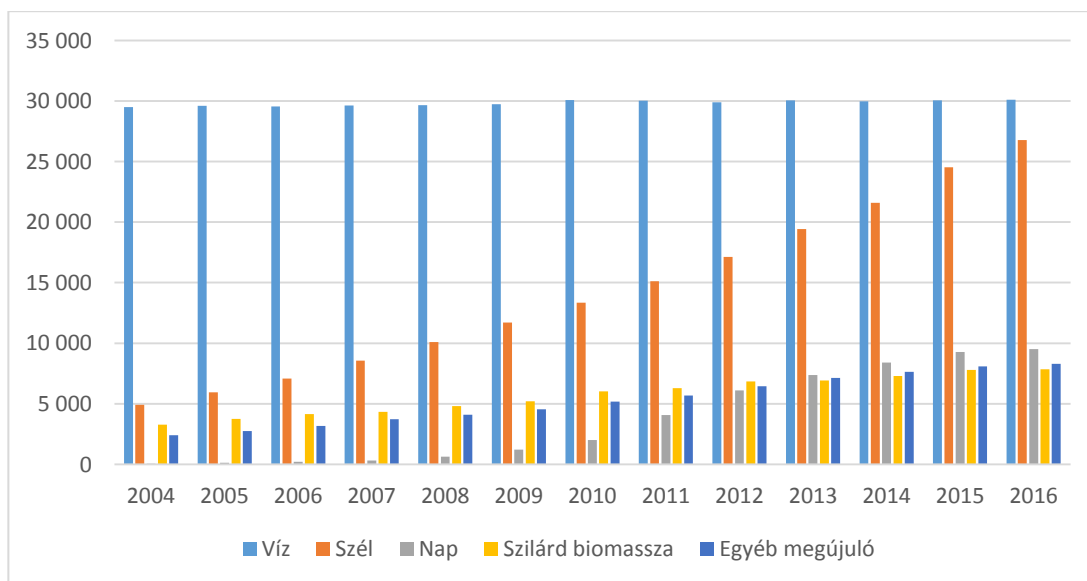
A 22. ábrán látható módon a megújuló villamosenergia termelés 2004 és 2016 között megkétszereződött az EU-ban, ami igen látványos eredmény, főként azt is figyelembe véve, hogy ezzel 2016-ban 30%-os részarányt ért el az összes áramfelhasználáson belül.



19. ábra: Az EU-28 megújuló villamosenergia felhasználásának alakulása energiamennyiségben (ktoe) és a teljes villamosenergia arányában.

Forrás: saját ábra Eurostat (2018) alapján, 2018

A 23. ábra mutatja, hogy 2004-ben még kétharmadban vízenergia biztosította a megújuló áramtermelést, ennek energiamennyisége nem változott, viszont a többi energiaforrás felhasználásának növekménye miatt részaránya jelentősen lecsökkent: a megújuló áramtermelésnek már kevesebb, mint fele származik vízenergiából.



20. ábra: Az EU-28 megújuló villamosenergia felhasználásának alakulása energiamennyiségben (ktoe), energiaforrások szerint.

Forrás: saját ábra Eurostat (2018) alapján, 2018

Látványosan fejlődött viszont a szél és napenergia felhasználása. A szélenergia használata több mint ötszörösére növekedett kiegyensúlyozott módon, éves átlagos növekedési üteme 15%-os (a legalacsonyabb éves növekmény is 9%-os).

A napenergia használata szintén erős növekedést mutatott, a 2004-es minimális felhasználás a 150-szeresére nőtt 2016-ra. Fejlődési íve azonban 2012 óta

alábbhagyott. 2004 és 2011 között évente közel kétszereződő felhasználást követően, 2012-től folyamatosan csökken a növekmény, 2015-ről 2016-ra már csak 3%-kal nőtt a felhasználása. Összességében energiavolumene megközelítőleg csak egyharmada a vízenergia és a szélenergia felhasználásának.

A szilárd biomassza alapú áramtermelés közel két és félszeresére bővül a vizsgált időszak alatt, de 2016-ban nem éri el volumenében a napenergia termelési értékét. Az egyéb megújuló alapú áramtermelés alá tartozó biogázos és geotermikus áramtermelés összesítve a három és félszeresére nőtt, az összes megújuló áramtermelés 10%-át adják.

A szabadalmakról szóló fejezetben leírtak szerint, a megújuló energia technológiák közül a nap- és a szélenergia hasznosításban bővül a legnagyobb mértékben a szabadalmak száma, leginkább ezen területek a célpontjai az energiaipari innovációknak. Emiatt mindenképp ígéretes az EU fejlődése ezen a területen, pozitívum ezen technológiák használatának térnyerése. Fontos azonban megjegyezni, hogy még mindig csak 44%-ban támaszkodik ezekre a technológiákra az EU megújuló áramtermelése, ami a teljes villamosenergia felhasználáson belül csak 13%-os részarányt jelent.

Közlekedés

A közlekedési szektorban a legkézenfekvőbb megújuló energia használati lehetőség a bioüzemanyagok alkalmazása volt a megújuló energia politikák megjelenése idejében. Amint az észak-amerikai és dél-amerikai példák is mutatták, a meglévő járműpark és üzemanyag-ellátási infrastruktúra adottságai mellett a bioüzemanyagok elterjedése számára bőséges terep adódott világszerte, ennek megfelelően indította el az európai együttműködés is a bioüzemanyag-programját a 2003/30/EK Irányelvvel kezdődően. A bioüzemanyagok kérdése egyszerre vált energetikai és mezőgazdasági kérdéssé az Európai Unióban. A közlekedési megújuló energia használatának és az üzemanyagok ÜHG kibocsátásának csökkentési kötelezettségének előírása praktikusán bioüzemanyag bekeverésével teljesíthető, és ez biztos piac ígérését jelentette a bioüzemanyag gyártásában érdekelt szereplőknek. A bioüzemanyag stabil kereslete pedig csökkentette az üzemanyagként használató termények áringadozását, kiszámíthatóbb pénzügyi feltételeket teremtve, lehetőséget adva a terményhozam növelését célzó fejlesztésekre is. Az európai piac azonban kecsesgöndörnek bizonyult az Európán kívüli termelők számára is, és jelentős import indult be az alkoholtartalmú növények termesztése szempontjából kedvezőbb adottságú országok felől. Ezzel csorbult a bioüzemanyagpiac európai mezőgazdasági jelentősége, az ásványolaj alapú geopolitikai függőség helyett pedig elkezdett kialakulni egy bioüzemanyag-alapú geopolitikai függőség. A bioüzemanyagok élelmiszerárakra gyakorolt hatása kapcsán éles viták bontakoztak ki. Az exportáló országokkal kapcsolatban pedig egyre gyakrabban kerültek megfogalmazásra fenntarthatósági aggályok, mivel a bioüzemanyag előállítás érdekében újabb területek kerültek mezőgazdasági termelés alá vonásra. Az így előidézett közvetett és közvetlen földhasználat változás a bioüzemanyagok általános megítélését rontotta, és Európa kísérletet tett a bioüzemanyagok fenntarthatósági kritériumainak szigorítására, az import csökkentésére, valamint a fejlett bioüzemanyagok illetve nem-élelmiszer-célú alapanyagokból származó bioüzemanyagok fejlesztését célzó politikára (Európai Bizottság, 2017e).

A fejlett bioüzemanyagokra vonatkozó politikák eredménye még nem látható, hagyományos bioüzemanyagok piaca azonban lendületesen fejlődött az elmúlt években.

A bioüzemanyagok mellett a biogázok közlekedési felhasználása is megvalósítható, ugyanakkor jelentős áttörés nem valósult meg ezen a piacon, egyrészt a biogáz áramtermelési célját a kezdetben attraktívan támogató ösztönzőrendszerek miatt, másrészt az állandó és magas minőséget igénylő járművek és az új infrastruktúrák kiépítésének szükséglete miatt.

Az elektromos járművek számának növekedésével a jövőben jelentősen javulhat a közlekedési megújuló energia felhasználás. Az uniós statisztikai módszertan szerint az elektromos járművek által használt megújuló villamosenergia hányad kiszámításánál az országok használhatják az országukra vonatkozó, vagy az EU-ra jellemző megújuló villamosenergia hányadot, azaz az ország, vagy az EU megújuló villamosenergia részaránya alkalmazható az elektromos járművekre is. 2016-ban tehát közel 30%-os megújuló energia arány számítható az elektromos járművekre az EU-s átlag figyelembevételével.

Az elektromos autók rendkívüli nagy előnye a hagyományos, belső égésű motorokhoz képest a zéró helyi üvegházhatású gázkibocsátás, ami a levegőminőség javítása miatt elvitathatatlan érdem. Ugyanakkor a kerekek gördülésével és a fékezéssel jár együtt szállópor kibocsátás, ami miatt nem nevezhetők teljesen zéró helyi kibocsátásúnak az elektromos járművek. A teljes életciklus figyelembevétele során pedig rengeteget számít, hogy a felhasznált villamosenergia milyen erőműben került előállítva, illetve hogy az akkumulátor gyártása és később újrahasznosítása milyen üvegházhatású gázkibocsátással járt. Az International Council on Clean Transportation (ICCT) elemzése alapján azonban az elektromos járművek teljes életciklus elemzésben is kedvezőbbek a hagyományos járműveknél. Megállapításuk szerint az európai elektromos autók, élettartamuk során 30%-kal kevesebb ÜHG-t bocsátanak ki, mint a legmodernebb belső égésű motorral szerelt társaik. Noha az elektromos autók gyártása nagyobb emisszióval jár, kedvezőbb üzemelésükkel két év alatt behozzák ezt a lemaradásukat. Az akkumulátorgyártás kibocsátásának 50%-a villamosenergiához kötődik, így a hálózati villamosenergia dekarbonizálása már a gyártás ÜHG-lábnyomát is jelentősen csökkentheti. (ICCT, 2018)

2014 óta az EU közlekedési ÜHG-célkitűzései középpontjában az elektromos járművek állnak. A 2014/94/EU Irányelv szabad teret kíván biztosítani minden alternatív technológiának, ugyanakkor a legrészletesebb szabályozás és tervezés az elektromos járművekre vonatkozik. Az Irányelv fő célja a töltési infrastruktúra megteremtése, ugyanakkor már egy közös elektromobilitási piac képét is kirajzolja a különböző átjárhatósági, sztenderdizálási és árazási előírásokkal. Az elmúlt pár évben komoly fejlődésnek is indult a piac: a több tíz szériagyártású elektromos vagy külső forrásból árammal ellátható hibrid autók több mint 130 ezer nyilvános töltőállomáson tankolhatók, úgy hogy 2010-ben még csak kicsit több, mint 3000 töltőpont létezett.

A 2009/28/EK Irányelv alapján a kötelező 10%-os közlekedési megújuló energia részarányba a megújuló villamosenergia alapú közlekedés magasabb értékkel számítható be: a megújuló energiaforrásból előállított villamos energia kiszámításakor a fogyasztás a megújuló energiaforrásból előállított villamosenergia-input energiatartalma ötszörösének, vasúti járműveknél két és félszeresnek tekinthető.

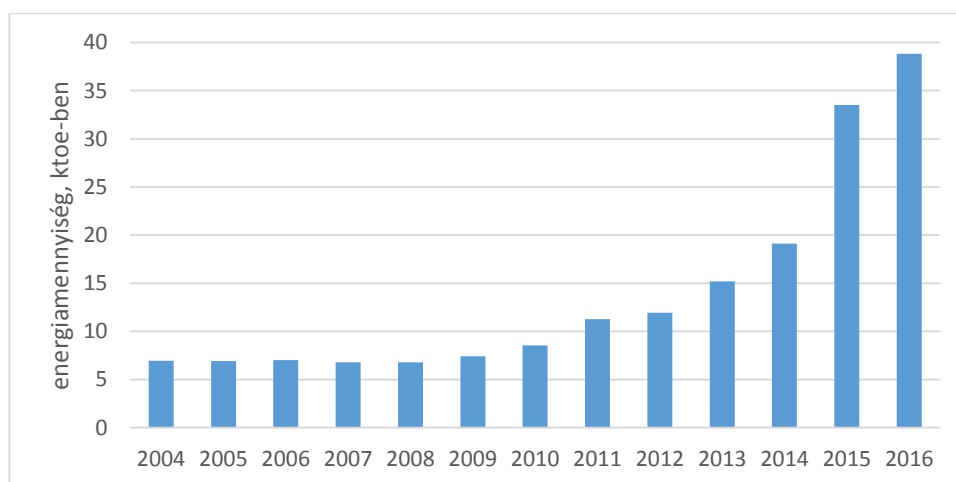
A hidrogéngáz - fizikai tulajdonságaiból adódóan - nem önmagában, hanem villamosenergiává átalakítva hasznosítható a közlekedésben. Az átalakítás elterjedőben lévő technológiája a tüzelőanyagcella. A tüzelőanyagcella, vagy más nevén üzemanyagcella, egy membránon keresztül átengedi a hidrogén protonjait, míg az elektronok áramtermelést szolgálnak. A folyamat végeredménye villamosenergia, valamint vízgőz. A folyamat tehetetlensége miatt szükséges az üzemanyagcellás járművekbe akkumulátort is építeni, ami biztosítja a fokozatos sebességváltásokat és az egyenletes haladást. Az üzemanyagcellás járművek tehát elektromos járművek, amelyek a hidrogénből helyben előállított árammal működnek (szemben a hagyományos elektromos autókkal, amelyek máshol termelt áramot tárolnak akkumulátoraikban). A tüzelőanyagcellás járművek előnye a jelenlegi akkumulátoros megoldásokhoz képesti magasabb hatótávolság, az akkumulátoroknál kisebb teljes tömeg, illetve a vélelmezhetően kisebb környezetterhelés a kisebb, csak rásegítést biztosító akkumulátornak köszönhetően. A technológia hátránya a hidrogéngáz előállítási és kezelési energiaigénye. A hidrogéngáz ugyanis tömörítésre kerül annak érdekében, hogy a nagy hatótávolság elérhető legyen. A tömörítés két módja a hőmérséklet csökkentése a cseppfolyós halmazállapotig, vagy pedig a nyomás növelésével érhető el az adott térfogatra jutó nagyobb energiatartam. Mindkét mód energiaigényes, illetve jelentős biztonsági előírások betartását teszi szükségessé.

A hidrogén előállítása szintén lényeges kérdés. Két fő technológiája a földgáz gőzreformálása, illetve a hidrolízis, villamosenergia használatával. A hidrolízis, vagy vízbontás során ugyanaz a folyamat fordítva megy végbe, mint ami a tüzelőanyag cellában történik. A bemenő termékek a víz és a villamosenergia, ezekből keletkezik a folyamat során hidrogén. A környezeti fenntarthatóságot jobban szolgálhatja egy tiszta forrásból származó villamosenergia használata, ugyanakkor jogosan merül fel a kérdés, hogy megéri-e villamosenergiát előállítani, amelyből hidrogén lesz, amely hidrogénből később ismét villamosenergiát termelünk.

A hidrogénes járművek fő előnye tehát a nagy hatótávolság; ez az előny az akkumulátoros technológia folyamatos fejlődésével csökken.

Az EU még nem tett nagy lépéseket a hidrogén közlekedési üzemanyagként való elterjesztéséért. A 2014/94/EU Irányelv alapján javasolt a tagállamoknak alternatív üzemanyag infrastruktúrájuk fejlesztési céljai közé a hidrogént is felvenni, ugyanakkor 2018-ban az European Alternative Fuels Observatory adatai alapján mindössze 73 hidrogén-töltőállomás működik az EU területén. Igaz, a járműipar sem tart még szériagyártásnál, csupán a Toyota, Hyundai, Honda lépett piacra egy-egy szériagyártású tüzelőanyagcellás járművel. (EAFO, 2018)

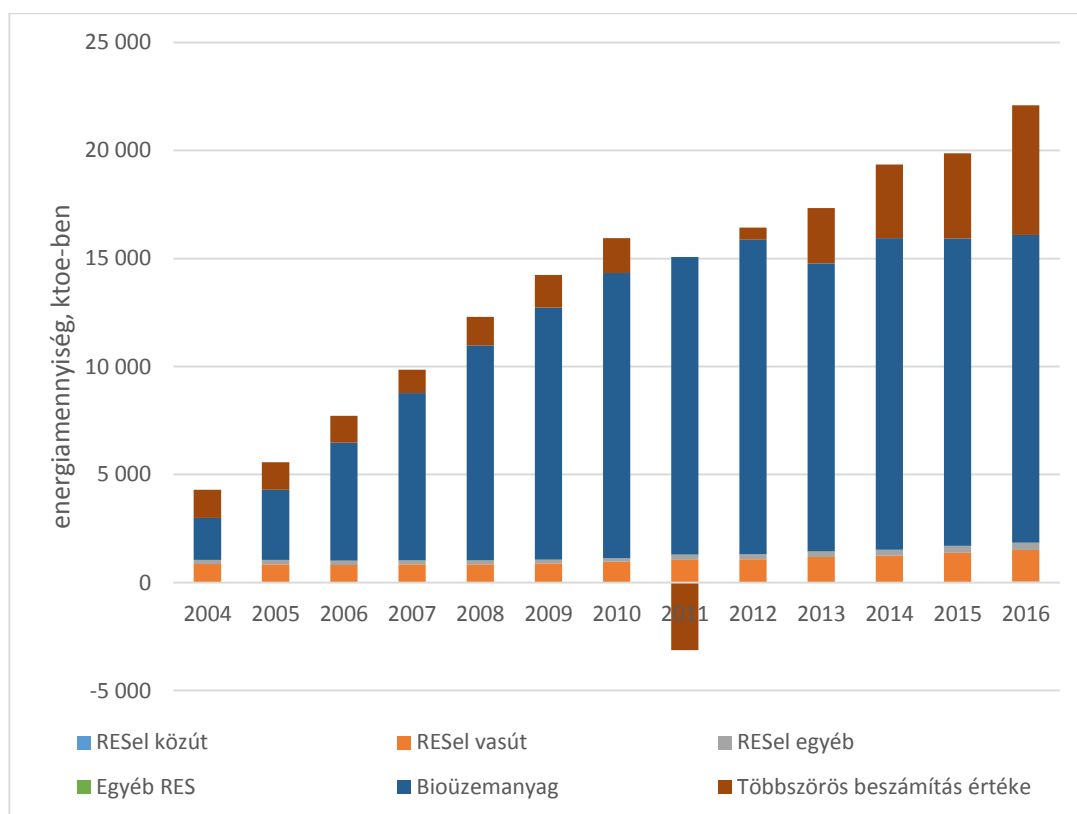
A megújuló villamosenergia alapú közúti közlekedési energiafelhasználása dinamikusan bővül az EU-ban. 2010-ben indult be a fejlődés, azóta közel ötszörösére emelkedett értéke, amint a 24. ábra ezt mutatja.



21. ábra: A megújuló villamosenergia alapú közúti közlekedés energiafelhasználásának alakulása az EU-ban, ktce-ben kifejezve.

Forrás: saját ábra Eurostat, Shares 2016 alapján, 2017

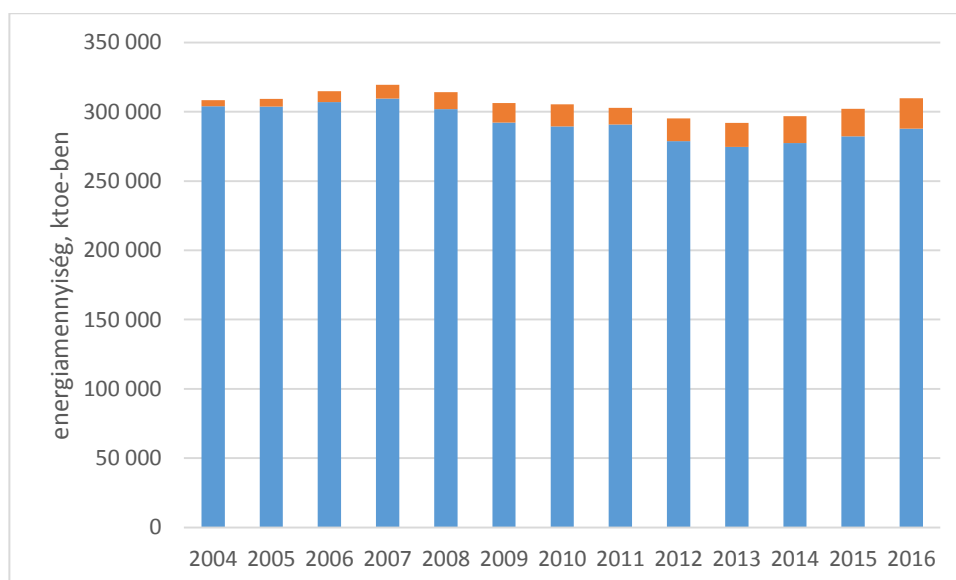
A közúti közlekedés által felhasznált megújuló villamosenergia mennyisége ugyanakkor eltörpül mind a teljes, mind a többi megújuló energiafelhasználás mellett. A 25. ábra szemlélteti az EU közlekedési megújuló energiafelhasználásának alakulását 2004 és 2016 között. Ahogy látható, a biomassa toronymagasan meghatározó a közlekedési megújuló energiaforrások között, a vasúti megújuló villamosenergia szintén jelentős. A jogszabályok adta többszörös beszámíthatóság lehetősége (a megújuló villamosenergiára és nem élelmiszer alapú bioüzemanyagokra) 2016-ban már 25%-kal növelhette a ténylegesen felhasznált energiamennyiséget, óriási könnyítést jelentve a 10%-os részarány elérésében. (A 2011-es negatív érték egy statisztikai módszertani változásnak köszönhető.)



22. ábra: A megújuló energia alapú közlekedés energiafelhasználásának alakulása az EU-ban, ktce-ben kifejezve.

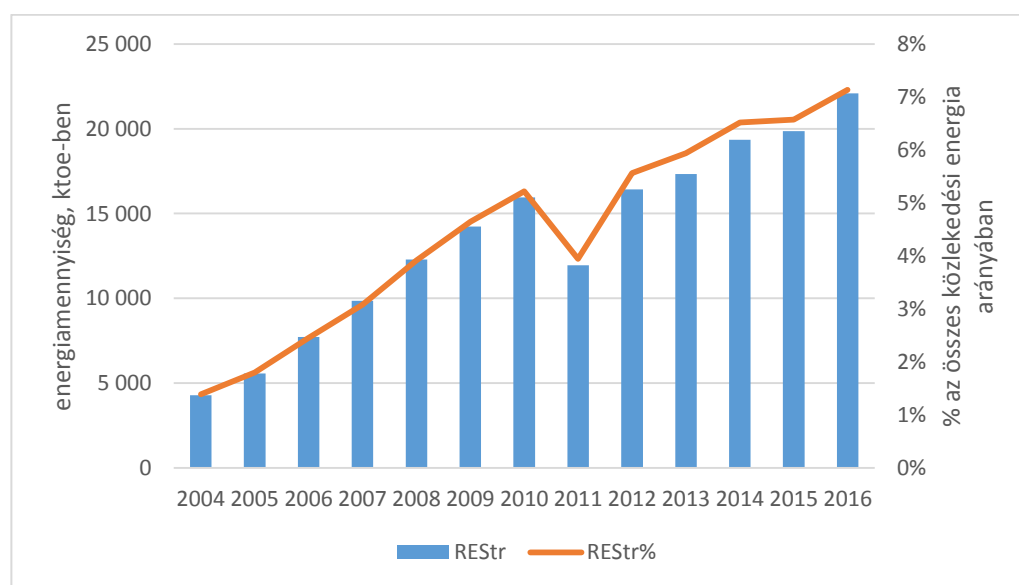
Forrás: saját ábra Eurostat (2018) alapján, 2018

Az Európai Unióban a közlekedési megújuló energia részarány 2004-ben mindössze 1,39% volt, ez 2016-ra 7,13%-ra nőtt. A 7,13% messze van a 2020-ra kitűzött 10%-os céltól, és az EU-nak a hátralévő négy évben jobban kell teljesítenie a részarány növelésében, mint a 2004 óta eltelt bármely négy évben, hogy elérje a közel 3 százalékpontos többletet jelentő célját. A teljesítést nehezíti, hogy a teljes közlekedési energiafelhasználás 2013 óta ismét, folyamatosan nő, azaz folyamatosan növekvő energiamennyiség jelenti a vetítési alapot (lásd 26. és 27. ábra).



23. ábra: A közlekedés energiafelhasználásának és azon belül a megújuló energia alapú energiafelhasználás alakulása az EU-ban, ktce-ben kifejezve.

Forrás: saját ábra Eurostat (2018) alapján, 2018



24. ábra: Az EU-28 megújuló közlekedési energia felhasználása volumenben és részarányban.

Forrás: saját ábra Eurostat (2018) alapján, 2018

4.8. Módszertani vizsgálat - megújuló energiaforrások szerepe a fő versenyképességi elméletekben

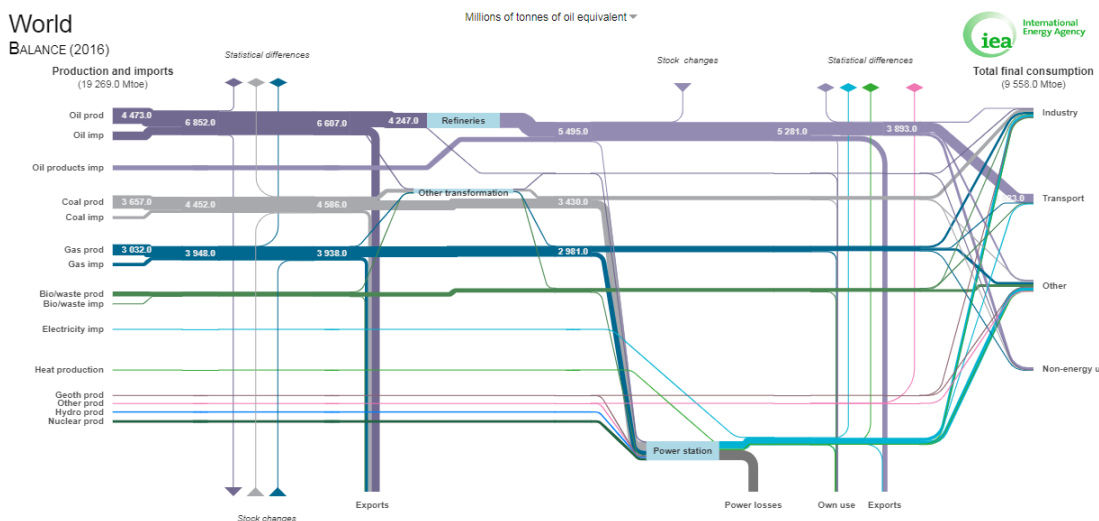
A versenyképesség fogalmának és feltételeinek makroökonómiai szinten való értelmezése változott az idők során, és várhatóan továbbra is változni fog. A fogalom változása a világ gazdasági történéseknek az eredménye, és jellemzően a korábban elfogadott tényezők mellett, új elemekkel gazdagodik a versenyképesség feltételrendszere. A közgazdasági gondolkodás először a termelési tényezőkkel való ellátottságra és azok hatékony, termelékeny hasznosítására figyelt. A nemzetközi kereskedelem megindulásával a külpiacon jutás eredményessége vált fontossá. A globalizációval a külkerkedelem már alapfeltétel volt, így a jövedelemtermelő képesség, jólét növelése lett mérce. A környezeti korlátok megjelenésével a fenntarthatóság került középpontba. A több és több szempont együttes vizsgálatára kompozitmutatók lettek összeállítva bonyolult módszertannal. A következőben a felsorolt elméleti megközelítéseken keresztül elemzem a megújuló energiaforrások versenyképességi hatását.

4.8.1. Termelési tényezők, hatékonyság

A megújuló energiaforrások elérhetősége területileg sokkal inkább kiegyenlített, mint a fosszilis energiaforrások fellelhetősége. Természetesen a napsütötte órák száma, a szélesség, vízfolyamok, geotermikus grádiens, vagy biomassza potenciál tekintetében óriási különbségek adódnak az egyes országok között, azonban Európa minden országában fellelhető ezen erőforrások valamilyen nagy jelentőségű kombinációja, míg Európa nem rendelkezik jelentős földgáz, vagy kőolajkészlettel. Európa szempontjából tehát a megújuló energiaforrások, mint elérhető természeti erőforrások egyértelműen nagyobb versenyképességi potenciált jelentenek, mint a fosszilis készletek.

Az erőforrások rendelkezésre állása mellett, azok használatának hatékonysága is versenyképességi kérdés. (A hagyományos energiahordozók ellátási láncának milyen a hatékonysága a megújulókhöz képest?)

Az IEA World Balance 2016 alábbi folyamatábrája (28. ábra) alapján az energetikai átalakítások során a felhasznált elsődleges energiahordozómennyiség körülbelül fele transzformációs veszteség és csak a másik fele kerül a cél szerinti végső energiafelhasználásra, azaz körülbelül 50%-os hatékonyságú a világ jelenlegi energetikai rendszerének működése. (2016-ban 19269 Mtoe bevitt energiából 9558 Mtoe végső energiafelhasználás történt.)



25. ábra: A Föld energiaellátásának folyamatábrája.

Forrás: IEA, 2016

- Közlekedésben

A világ közlekedési energiafelhasználása 2016-ban 92%-ban kőolaj alapú, 3% a bioüzemanyagok aránya, 4% a földgáz és 1% a villamosenergia részesedése (beleértve a kötöttpályás közlekedést is).

Megfelelő idősoros adatok nem állnak rendelkezésre ahhoz, hogy a közlekedési szektorban felhasznált megújuló energiaforrások hatékonysága historikus módon összevethető legyen a fosszilis energiaforrások hatékonyságával. A különböző közlekedési üzemanyagokra, illetve hajtásmódokra azonban vannak fajlagos energiafelhasználási és ÜHG-kibocsátási értékek, amelyek alapján jól látható, hogy jelen adottságok mellett mi tudja szolgálni az erőforráshatékonyság szempontját. A 12. táblázat azt mutatja, hogy mennyi egy jellemző elektromos autó fogyasztási értéke (a 2018 szeptembere óta alkalmazandó új mérési ciklus alapján), illetve, hogy az EU-s szabályozás által 2020-ra elvárt flottaszintű kibocsátási átlagnorma teljesítését milyen üzemanyagfogyasztás biztosítaná (4,22 l/100 km benzín, vagy 3,65 l/100 km gázolaj). A táblázat tehát egy idealisztikus képet mutat a hagyományos járművek fogyasztásáról és ezt veti össze egy valóságos elektromos autó fogyasztási adatával. Látható, hogy a hagyományos autók ideális esetben is közel kétszer annyi energiát fogyasztanak, mint az elektromosok. Az eltérés oka a hajtásláncok közötti hatékonyságban van, a belső égésű motor hatásfoka jóval alacsonyabb az elektromos hajtásláncokénál.

112. Táblázat: Különböző hajtásláncok energiafogyasztásának összehasonlítása kWh/100 km-re vetítve

	Benzin	Gázolaj	Elektromos	
Elvárt flottaátlag kibocsátás (2020)	95			gCO _{2eq} /km
Fajlagos energiatartam	32	36		MJ/l
Fajlagos kibocsátás	22,5	26		g/l
Elvárt flottaátlag fogyasztás 2020-ban (származtatott érték) és Nissan Leaf új szabvány szerinti fogyasztás 2018-ban	4,22	3,65		l/100km
	135,11	131,54		MJ/100km
	37,5	36,5	20,6	kWh/100km

Forrás: Saját táblázat, autógyártók által közzétett adatok alapján

Az erőforrások hatékonyságára hangsúlyt fektető versenyképességi elméletek alapján, a közlekedési üzemanyagok felhasználásának hatékonysága vonatkozásában egyértelmű versenyelőny jár az elektromos járművek használata a hagyományos üzemanyaggal ellátott járművekhez képest. (A közlekedési végső energiafelhasználás megfélelezhető elektromos járművekkel.) Amennyiben a felhasznált áram megújuló energia alapú, akkor az versenyképesebb megoldás, mint a hagyományos üzemanyagok biológiai eredetű üzemanyaggal való leváltása.

- Villamosenergia termelésben

A hagyományos energiahordozókkal történő hőerőművi áramtermelés hatásfoka körülbelül 50%-os Magyarországon (2014-es adatok alapján 47,5%, az EU átlaga 47,6%). A hazai termelés erőművi önfogyasztása körülbelül 7%-os, valamint a villamosenergia átviteli hálózatán keresztül történő szállítás, valamint a transzformáció során is keletkezik veszteség (a belföldön termelt és az importált áram hálózati vesztesége 2016-ban Magyarországon 8,8%-os volt). (EEA 2013, MEKH-MAVIR 2016) A hagyományos hőerőművekkel a hagyományos villamosenergiahálózaton keresztül elosztott áramellátás tehát rendkívül nagy veszteségekkel jár: a fogyasztóhoz csak az eredetileg felhasznált erőforrások és az azokból megtermelt áram egyharmada jut el. A nap -és szélenergia is csak töredékét képesek hasznosítani a rendelkezésre álló energiaforrásnak, azonban sem a fotovoltaikus, sem a szélenergia nem emberi tevékenységből származik, azaz a nem hasznosított energia nem irándó le hatásfok-vesztésként. Vagyis, míg egy egységnyi végsőenergia felhasználáshoz a hagyományos energiahordozóknál legalább két egységnyi primer energiaforrás szükséges, addig a nap -és szélenergia termelés esetén a bevitt primer energia szinte teljes egészében végsőenergiaként is rendelkezésre áll. A tüzeléstechnikai hatásfok miatt a biomassza és a biogáz alapanyagból termelt elektromos energia rossz hatásfokkal hasznosul, viszont a vízenergia átalakítási hatásfoka szintén magas.

A megújuló áramtermelők (kivéve biomassza) esetén az erőművi önfogyasztás is elhanyagolható mértékű, illetve, a decentralizált erőművi elhelyezés csökkentheti a közcélú áramhálózat veszteségeit.

Figyelembe véve az áramtermelés, önfogyasztás, elosztás terén tapasztalható különbségeket, a megújuló energiaforrások a villamosenergia termelésben is versenyelőnyt képesek nyújtani az erőforráshatékonyság terén (a hagyományos energiatermelési módokhoz képest).

- Fűtés-hűtés szektorban

Az előzőekben látható módon, alapvetően a tüzeléstechnikát helyettesítő technológiákban tud erőforrás-hatékonyságban előnyöket nyújtani a megújuló energia szektor. Azonos tüzeléstechnika mellett, az erőforrás importkiváltó hatása lehet kiemelkedő (pl. földgáz helyett tűzifa.). A hőszivattyús technológia a berendezés jóságai fokának függvényében válhat hatékonyabbá az elektromos fűtéssel (vagy hűtéssel), vagy akár a földgáztüzeléssel szemben (egy egységnyi bevitt segédenergia 'mozgósít' több, mint 3 egységnyi, a környezetből származó hőenergiát) (NFM, 2016b)

A fűtési-hűtési szektorban a termelési tényezőkkel való ellátottság szempontját elégítheti ki a helyben elérhető biomasszán túl a geotermia, esetenként a termikus napenergia hasznosítás is. Az erőforráshatékonyság elsősorban a hőszivattyús

technológiában jelenik meg, azonban megújuló áram felhasználása esetén bármely elektromos fűtési mód is előnyt jelent a hagyományos áramtermeléshez képest.

A termelési tényezőkkel való ellátottság és azok hatékonysága szempontjait elsősorban a közlekedésben és a villamosenergia termelésben tudják biztosítani a megújuló energiaforrások, de a fűtés-hűtés szektorban is kimutathatók előnyök.

- **Emberi erőforrás használatának hatékonysága**

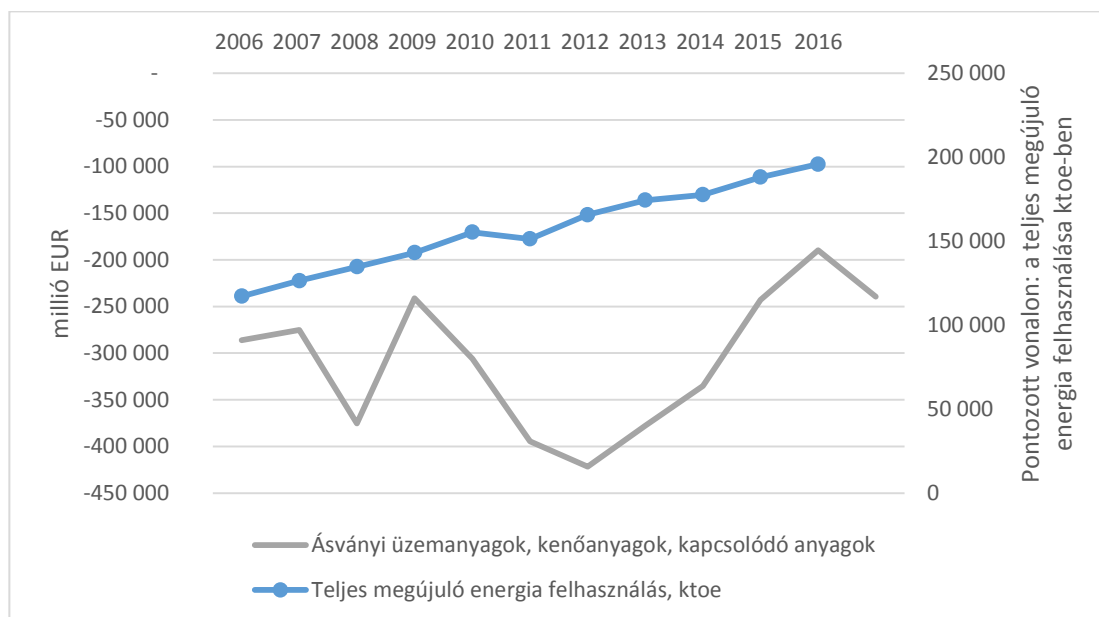
Az EurObserver nyolc országra elvégzett elemzése szerint egy hagyományos energetikai munkahelyet hat megújuló energiaforrású munkahely vált ki Európában. (EurObserver, 2017) A vizsgálatban az alapanyagtól a technológiagyártáson keresztül a tényleges energiahasznosításig figyelembe vannak véve a hatások, de csak az európai munkahelyekre vetítve (tehát az importenergia, vagy az importált technológia származási országának munkahelyei nincsenek figyelembe véve). Mivel a vizsgálat nem terjed ki a teljes energetikai ellátási láncra, emiatt az EurObserver adatai alapján a munkaerő termelékenysége nem mutatható ki, illetve nem hasonlítható össze. Az azonban elmondható, hogy a vizsgálat alapján a megújuló energiaforrások hasznosítása Európában sokkal nagyobb emberi erőforrást igényel, mint a fosszilis energiahordozóké. A munkaerő hatékonyságára alapozó versenyképességi szemlélet szerint a fosszilis energiahordozók versenyképesebbek a megújulóknál (Európában, importenergiát kiváltva). (A megújuló energiaforrások helyi foglalkoztatásra és jövedelemtermelésre gyakorolt pozitív hatása nem az erőforrás-hatékonysághoz tartozó kérdéskör.)

4.8.2. **Külkereskedelmi mérleg és külpiaci eredményesség**

A korábbi fejezetekben bemutatott gondolatok szerint, az energetikai kiadások az országok legnagyobb kiadási tételei közé tartoznak. A megújuló energiaforrásokkal szembeni egyik legkomolyabb makrogazdasági elvárás az, hogy csökkentsék a nemzetgazdaságból kiáramló pénz mennyiségét, ezzel javítva a külkereskedelmi mérleget.

A versenyképesség egy jelzőszáma lehet a külkereskedelmi mérleg, azt feltételezve, hogy a mérleg pozitív egyenlege megfelelően jelzi a belföldi gazdaság erősségét, exportképességét és valódi eredményességét a külpiacokon. Tekintettel arra, hogy a megújuló energiaforrások elsődlegesen importkiváltásként hatnak a külkereskedelmi mérlegre, a mérleg behozatali oldalának változása jelezheti igazán jól a megújuló energiaforrások hatását (nem pedig a kivitel oldal). A 29. ábrán az EU-28 külkereskedelmi mérlegében szereplő importenergia költségének (ásványi üzemanyagok, stb.) alakulása látható, valamint a megújuló energia használatának mennyiségi értékei, 10 éves idősoron. (Az importált fosszilis energiahordozók az 'ásványi üzemanyagok, kenőanyagok, kapcsolódó anyagok' csoportban szerepelnek a nemzetközi 'SITC' nomenklatúra szerint.) Az EU-28 szintjén 2016-os árakon 200 Mrd EUR, Magyarország szintjén 5 Mrd EUR értékkel volna javítható a külkereskedelmi mérleg éves egyenlege az importált fosszilis energia teljes kiváltása esetén. Az ábra alapján azonban **nem mutatható ki egyértelmű összefüggés az energiainport költségeinek változása és a RES használat növekedése között**, és a két idősoros adat korrelációs értéke is csak 0,162433. Magyarországra a fenti korreláció szintén alacsony, csak 0,178867. Azaz a statisztikai módszertan alkalmazásával nem jelenthető ki, hogy a RES használat arányosan csökken az importenergia költsége is, még a teljes energiahasználat változatlan szintje mellett

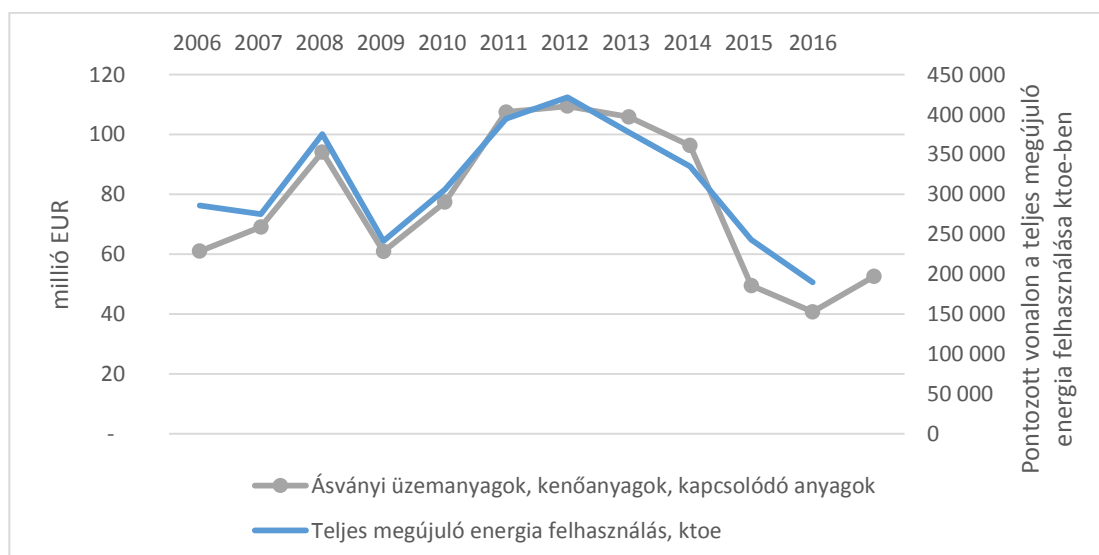
sem. Ennek magyarázata elsősorban az **árfolyamváltozásokban és az importenergia árváltozásában** keresendő.



26. ábra: Az EU-28 külkereskedelmi mérlegében az importenergia költségeinek alakulása, illetve megújuló energiafelhasználata 2006 és 2017 között.

Forrás: Eurostat 2018, tet00062 tábla

A 30. ábra mutatja, hogy a nyersolaj árváltozása és az EU importenergia költsége (az illeszkedés bemutatásának kedvéért nem külkereskedelmi negatívumként, hanem pénzforgalmi kiadásként) miként alakult. A korreláció 0,9703, tehát nem az importenergia mennyisége, hanem az ára alakította a külkereskedelmi mérleg importenergia részét.



27. ábra: Az EU-28 importenergia kiadásainak alakulása, illetve megújuló energiafelhasználata 2006 és 2017 között.

Forrás: Saját ábra Eurostat 2018, tet00062 tábla és
<https://www.statista.com/statistics/262858/change-in-opec-crude-oil-prices-since-1960/> alapján

Az energiamennyiségek (megújulóenergia felhasználás és az importenergia mennyisége) között viszonylag erős korreláció van, melynek értéke $-0,72614$. Vagyis, az importenergia csökkenése és a belföldi megújuló energia termelése között van kapcsolat.

A megújuló energiaforrások fejlesztésére fordított erőfeszítések pozitív hatását a fennmaradó importtermékek árdinamikája tehát könnyen eltörpítheti. A fosszilisenergia árváltozásának dinamikája és a külkereskedelmi mérlegre való hatása igazolja azt a feltételezést, hogy a kiegyensúlyozott gazdasági növekedés, gazdasági fenntarthatóság elérése érdekében, valamint a gazdaság külpiazi hatásoktól való függetlenedés céljából indokolt az importenergia arányának csökkentése.

4.8.3. Jövedelemtermelő képesség, GDP

A külkereskedelmi mérlegre való hatás elemzése során bemutatásra került, hogy az EU-28 2016-ban 200 Mrd EUR, ezen belül pedig Magyarország 5 Mrd EUR értékben importált fosszilis energiahordozókat EU-n kívüli országokból. Ez az összeg jelenleg Európában kerül megtermelésre, azonban Európát elhagyva, más országok gazdaságát élénkíti. Míg a fosszilis energiahordozók esetén mind az energiának, mind a kapcsolódó technológiáknak költsége van (kitermelési, szállítási, konverziós, üzemeltetési költségek), addig a megújuló energiaforrások költségszerkezete merőben más. A nap, szél, vízenergiának nincs energiaköltsége, a közcélú villamoshálózat szükséges fejlesztési költségei eltörpülnek a több ezer km hosszú gázvezetékek kiépítési költségéhez képest; erőművi üzemeltetésük szintén elhanyagolható ráfordítás a hőerőművekhez képest. A geotermikus erőműnél lényegesebb üzemköltség tapasztalható, illetve a biomassza, biogáz esetén aállítás kivételével hasonló költségtelek merülhetnek fel, mint a fosszilis energiahordozók esetén.

Összességében a fosszilis energiahordozók által meghatározott árkörnyezetben a megújuló energiaforrások beruházási költségei megtérülnek az üzemeltetésük során, a megtérülést követően pedig energiaköltség már nem áll fenn (kivéve a biomasszát). A megújuló energiaforrásoktól tehát nemcsak az várható, hogy országon belül marad a kiváltott importenergia költsége, hanem hogy a befektetett tőke megtérülését követően az import költségének nagy része 'felszabadul' és más beruházások, vásárlások eszközölhetők belőle.

A nem-fogyasztás, illetve az energiahatékonysági beruházások még nagyobb jövedelem megtakarítást eredményeznek, tehát a megújuló energiaforrások alkalmazásánál is van optimálisabb intézkedés. Az energiaköltségek megtakarítására alapozva végzik üzleti tevékenységeiket az ún. 'ESCO' cégek, akik az energiahatékonysági és/vagy energiahordozó váltási beruházással energiaköltségcsökkentést érnek el, és a megtakarításból fedezik a beruházás költségét. A futamidő lejárta után a teljes energiamegtakarítás haszna a megbízóé marad.

A megtakarítás ismételt elköltése (fogyasztásként vagy beruházásként) dinamizálhatja a gazdaságot, ezzel hozzájárulva a gazdaság bővüléséhez, amit a GDP megfelelően jelez is. Az importenergia kiváltásának GDP-hatáselemzése során fontos azt látni, hogy az EU-s, vagy hazai importenergiához adódnak hazai teljesítmények, amelyek a hazai GDP-értékébe számítanak bele (mint pl. az energia tárolása, szállítása, rendszerbiztonság fenntartása, hálózat használata, az energia kereskedelme). Az importenergiához kapcsolódó hazai teljesítménnyel korrigálni kell tehát a megtakarítások ismételt elköltésére kalkulált GDP-hatást.

Az Európai Bizottság a Cambridge Econometrics makroökonómiai modelljét (E3ME-modell) alkalmazva együtt vizsgálta a megújuló energia, az energiahatékonyság és a klímavédelmi intézkedések várható GDP hatását. Arra a következtetésre jutott, hogy 2030-ban legalább 0,55%-os GDP növekmény várható a 2018-ban elfogadott új klíma-és energiacsomag megvalósulásától. (A végül elfogadott célszámokra nem készült hatáselemzés. A modellezés 2005-höz képesti ca. 30%-os energiahatékonysági céllal számolt, végül magasabb, 32,5%-os energiamegtakarítási cél került elfogadásra; a modell 30%-os és 35%-os megújuló energia részaránnyal számolt, végül 32%-os lett a cél.) (Európai Bizottság, 2014d, Table 18)

A modellezés mellett a múltbeli eredmények elemzése is igazolást adhat a megújuló energiaforrások használata és a gazdaság teljesítmény-növekedésének összefüggésére.

Az EU-28 országok 2016. évi GDP-je és megújulóenergia teljesítménye között az alábbi korreláció figyelhető meg:

	GDP (2016, m USD)
Teljes %	-0,195
Teljes, ktoe	0,872

Azaz, a megújuló energiavolumen és a GDP értéke szorosan összefügg, viszont a GDP gyengén ellentétes hatású és a megújuló részaránnyal.

A korrelációs együtthatók szignifikanciavizsgálata is szükséges. A kívánt szignifikanciaszint $\alpha=0,05$, ami azt jelzi, hogy mindössze 5% az esélye a korreláció hibás feltételezésének (akkor, amikor ténylegesen nincs is összefüggés). Amennyiben a P-érték $\leq 0,05$, akkor a korreláció valóban szignifikáns; amennyiben a P-érték $> 0,05$, akkor nem következtethetünk szignifikáns összefüggésre. A korrelációs értékeket kiegészítve a P-értékekkel az látható, hogy a GDP és a részarány összefüggése nem szignifikáns, viszont a megújulóenergia volumene és a GDP egyértelműen szignifikáns.

		GDP (2016, m USD)
Teljes %	Korreláció	-0,195
	P-érték	0,320
Teljes, ktoe	Korreláció	0,872
	P-érték	0,000

A megújulóenergia volumen tekintetében megerősítés érdekében mind a három szektor összefüggését megvizsgáltam a GDP értékével. A villamosenergia volumennel a legerősebb az összefüggés (0,898), második a közlekedés (0,890), harmadik a fűtés-hűtés (0,774). A P-érték mindenhol 0, tehát helyes a korreláció feltételezése.

		GDP/fő, 2016
Fűtés-hűtés, kto	Korreláció	0,774
	P-érték	0,000
Villamos, ktoe	Korreláció	0,898
	P-érték	0,000
Közlekedés, ktoe	Korreláció	0,890
	P-érték	0,000

Az adatok alapján elmondható, hogy a GDP volumene és a megújulóenergia volumene szorosan összefügg az EU 28 országaiban.

A megújulóenergia részarány és a GDP közötti negatív összefüggés pedig nem tekinthető szignifikáns összefüggésnek, emiatt megvizsgáltam azt, hogy az egy főre jutó GDP és a megújulóenergia teljesítmény között milyen összefüggés áll fenn (a jómódú országok fajlagosan nem áldoznak lényegesen többet, mint a kevésbé tehetősek). A korreláció értéke se nem szoros, se nem szignifikáns sem összvolumenben, sem pedig szektoronkénti bontásban (és a P-érték is távol van a 0-tól). A korrelációs vizsgálat tehát nem ad igazolást arra, hogy az egy főre jutó GDP és a megújulóenergia teljesítménye között milyen összefüggés van.

		GDP/fő, 2016
Teljes, ktoe	Korreláció	0,183
	P-érték	0,351
Fűtés-hűtés, kto	Korreláció	0,156
	P-érték	0,428
Villamos, ktoe	Korreláció	0,195
	P-érték	0,319
Közlekedés, ktoe	Korreláció	0,231
	P-érték	0,237

A továbbiakban megvizsgáltam, hogy a nem-megújulóenergia felhasználás és a GDP között milyen összefüggés van. Az eredmény alapján szorosabb az összefüggés: 0,982 a korreláció erőssége, 0 P-érték mellett.

Az energiafelhasználás és teljes GDP értéke között tehát azonos irányú, szoros összefüggés áll fenn (0,982 a korreláció szintje). A megújulóenergia mennyisége

és a GDP között viszont gyengébb a kapcsolat (csak 0,872). A vizsgálatot a GNI-ra elvégezve nincs lényeges különbség a GDP-hez képest. Az összefüggés feltárása alapján arra a hibás következtetésre lehetne jutni, hogy a gazdaság számára kedvezőtlen a megújulóenergiaforrások használata, mivel a GDP és a megújulóenergia használat kevésbé függ össze, mint a GDP és a hagyományos energiahordozók használata. A következtetés azért volna hibás, mert a GDP a természeti javak és a környezethasználat szempontjából nem megfelelő indikátor, ugyanis nem jegyzi az elkerült költséget, ellenben gazdasági értéként figyelembe veszi akár a környezeti kármentésre, vagy a hulladékok kezelésére fordított kiadásokat is. A GDP erre az összefüggésre vonatkozó kritikáját Csath (2017) is megfogalmazza. Vagyis mind az energiahatékonysági intézkedések, mind a megújulóenergia használat alacsonyabb kiadásokhoz vezet, ami a GDP értékét is csökkenti, azt sugallva, hogy mindez a versenyképességet rontja. Természetesen az energiahatékonysági vagy megújuló beruházás tétele egyszeri pozitívumként szerepel a GDP-ben, viszont egészen a megtérülésig érvényes a fentiekben kimutatott GDP-t rontó hatás. A megtérülést követően vagy megtakarítás, vagy ismételt fogyasztás, beruházás formájában ismét látható a GDP-ben az a tétel, ami korábbiakban az importenergia költségét fedezte. A GDP tehát nem megfelelő eszköz a megújuló energiaforrások valós gazdasági értékének bemutatására.

4.8.4. Versenyképességi kompozitmutatók hatásvizsgálata

Vizsgálatom a következő kompozitmutatókra terjed ki:

- Általános versenyképesség:
 - IMD - World Competitiveness (IMD),
 - WEF-Global Competitiveness Index (WEF_1);
- Fenntartható versenyképesség:
 - SolAbility - Sustainable Competitiveness Report (SA);
- Környezeti teljesítmény:
 - Yale - Environmental Performance Index (EPI);
- Energetikai teljesítmény: WEF - Energy Architecture Performance Index (WEF_2).

A kompozitmutatók főbb jellemzőit a következő, 13. sz. táblázat mutatja be a 2017-2018-as kiadványok alapján. A pontozási skála eltérő, 1-100 pont érhető el az IMD, SA, EPI rendszerében, míg a WEF_1 1-7, a WEF_2 0-1 értékű skálát használ.

A versenyképességi kimutatások leggyakrabban hivatkozott értelmezése a versenyképességi országrangsor, és az azon való elmozdulások bírnak jelentéssel. A rangsorok mögött azonban van egy pontozásos módszertan, amely alapján megismerhetők további részletek is (pl. előfordulhat, hogy két egymást követő helyezett között nagyobb a pontérték szerinti különbség, mint más országok rangsorbeli eltérése, azaz tanácsosabb a pontértéket elemezni, mint a helyezést). A pontértékek alkalmazásában az is különbség, hogy van olyan index, amely megadja a skála szerinti maximális pontértéket, viszont nem alkalmazza a skála minimumpontját (IMD); a többi index abszolút értelemben pontoz, sem a minimum, sem a maximum értéket nem adja ki.

Természetesen más a területi lefedettség, 61 és 180 közötti a megvizsgált országok száma. Az indikátorok száma 18 és 143 között alakul. Az objektivitást egyrészt a

statisztikai indikátorok, másrészt a súlyozások próbálják biztosítani. Az IMD-nél csak az összes indikátor 40%-a statisztikai, azonban súlyozással biztosítja, hogy a végső eredményben a szubjektív elemek csak egyharmad súllyal szerepeljenek. A WEF_1 fele-fele arányban használ statisztikákat és egyéb adatforrásokat, míg a WEF_2 és EPI csak statisztikáit használ, az SA pedig túlnyomórészt statisztikáit alkalmaz.

13. Táblázat: A vizsgált kompozitmutatók módszertani jellemzői

Kompozitmutató	Pontozási skála	Szélsőértékek		Országok száma	Statisztikai indikátorok száma	Egyéb indikátorok száma	Súlyozás módszere
IMD	1-100	32,6	100	61	143	198	Alindexek
WEF_1	1-7	2,87	5,86	137	62	62	Alindexek
SA	1-100	30,2	60,5	180	95	11	Alindexek
EPI	1-100	27,43	87,4	180	24	0	Indikátorok
WEF_2	0-1	0,37	0,8	127	18	0	Alindexek

Forrás: Saját táblázat, a kompozitmutatók módszertana alapján

Vizsgálatom során elsőként azt elemzem, hogy van-e statisztikailag kimutatható összefüggés az általános versenyképességi eredmények, valamint a fenntartható versenyképességi, környezeti teljesítményi és az energetikai országeredmények között (a fent bemutatott kompozitmutatók értékei alapján). A kapcsolat szorosságának igazolását követően, P-érték szignifikanciavizsgálatot végzek a bemutatott korrelációs együtthatókra.

A vizsgálatba bevont országok:

- az EU környezetpolitikáját évtizedek óta a megújuló energiaforrások irányába alakító Svédország, Dánia, Németország;
- az EU-hoz 2004-ben csatlakozó V4 országok (Lengyelország, Csehország, Szlovákia, Magyarország),
- valamint az EU-hoz 2007-ben (a V4 országokhoz képest időben hátránnyal induló) Románia és Bulgária.

A vizsgált országok legutóbbi, valamint azt megelőző ötödik évben elért kompozitmutatójának pontszámait a 14. táblázat tartalmazza.

Ország /Év	Általános versenyképesség				Fenntartható versenyképesség		Környezeti teljesítmény		Energetikai teljesítmény	
	IMD		WEF_1		SA		EPI		WEF_2	
	2013	2018	2013	2018	2013	2017	2014	2018	2013	2017
SE	90,53	95,05	5,53	5,52	61,6	60,5	78,09	80,51	0,71	0,78
DK	83,51	96,39	5,29	5,39	62,8	57,2	76,92	81,6	0,67	0,77
DE	86,2	88,75	5,48	5,65	59,7	53,4	80,47	78,37	0,66	0,71
CZ	64,62	79,51	4,51	4,77	53	52,7	81,47	67,68	0,56	0,69
SK	54,49	60,04	4,14	4,33	48,5	53	74,45	70,6	0,65	0,71
HU	53,5	65,98	4,3	4,33	50,4	47,8	70,28	65,01	0,65	0,71
PL	65,44	75,43	4,46	4,59	49,9	51,2	69,53	64,11	0,6	0,67
RO	49,7	64,92	4,07	4,28	49,6	49,7	50,52	64,78	0,65	0,7
BG	47,8	65,68	4,27	4,28	46,3	47,2	64,01	67,85	0,57	0,66

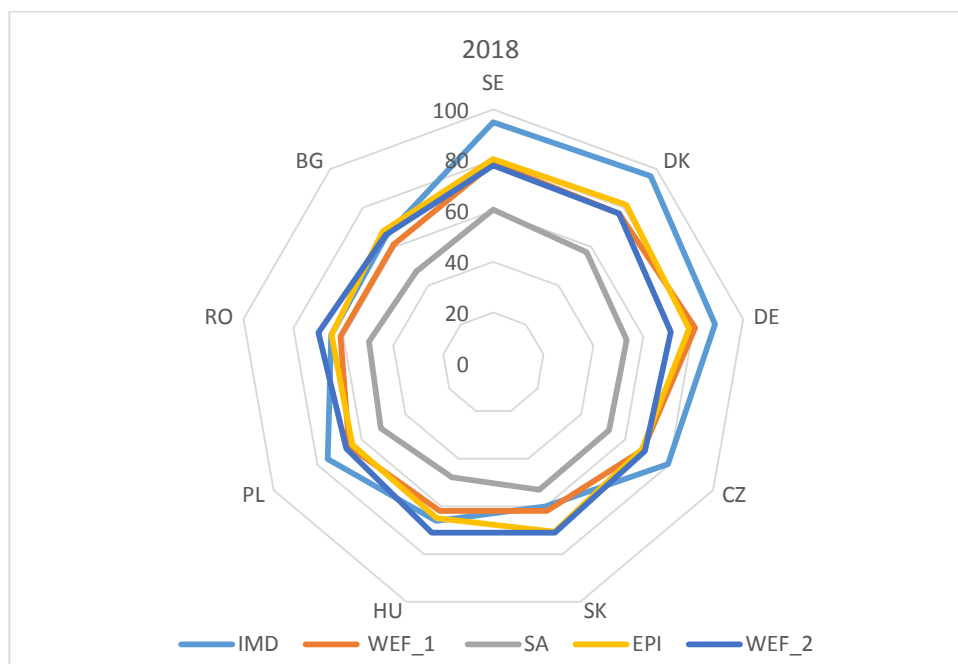
Forrás: Saját táblázat, a kompozitmutatók éves listái alapján, 2018

Az egyes kompozitmutatók értékeinek összehasonlíthatósága céljából az eltérő pontozási skálákat sztenderdizáltam 1-100 skálaértékekre (a WEF_1 és WEF_2 kompozitmutatók értékeire, 15. táblázat).

Ország /Év	Általános versenyképesség				Fenntartható versenyképesség		Környezeti teljesítmény		Energetikai teljesítmény	
	IMD		IMD		WEF_1		WEF_1		SA	
	2013	2018	2013	2018	2013	2017	2014	2018	2013	2017
SE	90,53	95,05	79,00	78,86	61,6	60,5	78,09	80,51	71,00	78,00
DK	83,51	96,39	75,57	77,00	62,8	57,2	76,92	81,6	67,00	77,00
DE	86,2	88,75	78,29	80,71	59,7	53,4	80,47	78,37	66,00	71,00
CZ	64,62	79,51	64,43	68,14	53	52,7	81,47	67,68	56,00	69,00
SK	54,49	60,04	59,14	61,86	48,5	53	74,45	70,6	65,00	71,00
HU	53,5	65,98	61,43	61,86	50,4	47,8	70,28	65,01	65,00	71,00
PL	65,44	75,43	63,71	65,57	49,9	51,2	69,53	64,11	60,00	67,00
RO	49,7	64,92	58,14	61,14	49,6	49,7	50,52	64,78	65,00	70,00
BG	47,8	65,68	61,00	61,14	46,3	47,2	64,01	67,85	57,00	66,00

Forrás: Saját táblázat, a kompozitmutatók éves listái alapján, 2018

A különböző indexek hasonló értékelése látható az alábbi sugárdiagramon is:



28. ábra: A vizsgált országok értékei különböző kompozitmutatók szerint.

Forrás: saját ábra a kompozitmutatók értékelései alapján, 2018

A standardizált pontértékeket korrelációs mátrixba helyezve az alábbi értékek adódnak a 2013-as, valamint a 2018-as helyezésekre:

2013	IMD	WEF_1	SA	EPI	2018	IMD	WEF_1	SA	EPI
WEF_1	0,975				WEF_1	0,948			
SA	0,951	0,946			SA	0,813	0,804		
EPI	0,682	0,642	0,593		EPI	0,831	0,89	0,837	

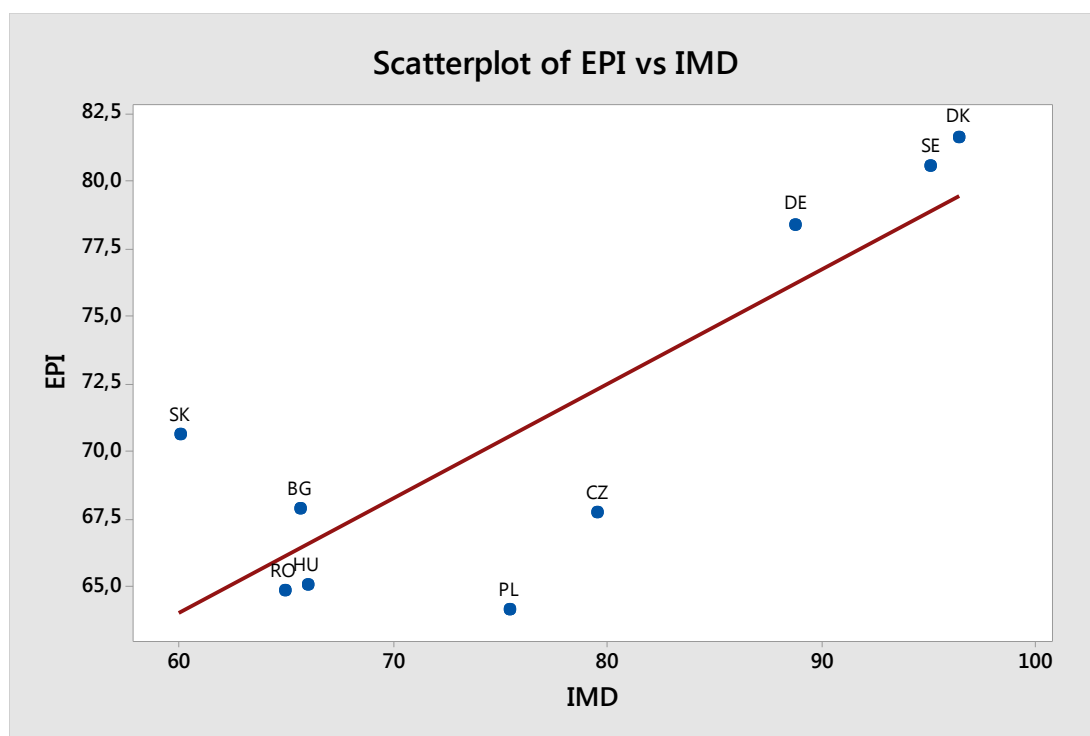
WEF_2	0,562	0,559	0,635	0,111	WEF_2	0,699	0,681	0,853	0,814
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Az alkalmazott Pearson-féle korrelációs együttható a változók lineáris összefüggésének mind a szorosságára, mind az irányára utal. Az 1-es érték tökéletes lineáris összefüggést mutat, a 0-a érték pedig azt jelzi, hogy semmilyen lineáris kapcsolat nincs a változók között.

Látható, hogy az IMD és a WEF_1 értékei között szoros az összefüggés, mindkét évben. Mindkét kompozitmutató általános versenyképességet mér, bár mérési módszertanukban jelentős különbség van többek között a szubjektív tényezők használatában. Az IMD által vizsgált 341 mutatóból csak 143 származik hivatalos statisztikákból, 115 tényező értéke szakértői véleményeken alapszik, a maradék 83 tényező pedig háttéradat. Ezzel szemben, a WEF_1 módszertan sokkal szabadabban kezeli a szubjektív elemeket, azok aránya országoként változó lehet, jellemzően 40-60% a statisztikai adatokhoz képest. A két leggyakrabban hivatkozott, általános versenyképességi kompozitmutató adott évre vonatkozó értékhalmozai tehát szoros összefüggésben állnak egymással.

A fenntartható versenyképesség (SA) 2013-ban szintén 0,9 érték fölötti korrelációt mutat mind az IMD-vel, mind a WEF_1-gyel; 2018-ban viszont már gyengébb, 0,8 közeli az összefüggés erőssége. A gyengülő kapcsolat oka, hogy 2013 és 2018 között minden országban javult az általános versenyképességi pontérték (a 9 ország átlagban 18%-ot fejlődött a pontozásban), viszont öt vizsgált országban is romlott az SA értéke (Németországban pl. 11%-ot). Érdekesség, hogy míg az elmaradottabb országok általános versenyképessége együtt fejlődött a fenntartható versenyképességgel, addig a gazdag országok további gazdagodása már a fenntarthatóság rovására történt.

A környezeti teljesítmény indexében nagy változások láthatók, van 14 pontot előre és 14 pontot visszalépő ország is a listán. 2013-ban még nem mutatható ki szoros összefüggés a környezeti és az általános teljesítmény között, (0,6-0,7 értékek) 2018-ban már igen (0,8-0,9 értékek). Hasonló látható az energetikai index kapcsolata is azzal, hogy WEF_2 és EPI 2013-ban még közel nulla kapcsolattal bírt, de 2018-ban már 0,81 a szorosság. A következő, szórásgörbét bemutató ábrán (31. ábra) látható az általános versenyképességi és a környezeti teljesítményi pontszámok 2018-ban. A fejlettebb országok (DK, SE, DE) magasabb általános versenyképessége magasabb környezeti teljesítménnyel jár együtt, BG, RO, HU esetében ugyanez alacsonyabb szinten valósul meg, míg SK, CZ, PL vagy egyik, vagy másik irányba jobban kitér.



29. ábra: A vizsgált országok szórásgörbéje.

Forrás: saját szerkesztés, MiniTab program segítségével, 2018

Összességében, a 2018-as korrelációs értékek alapján elmondható, hogy az általános, a fenntartható és a környezeti versenyképességi értékek között szoros és azonos irányú kapcsolat van. Az energetikai teljesítmény jobban összefügg a környezeti és a fenntarthatósági teljesítménnyel, mint az általános versenyképességgel.

A számított P-értékek alapján a 2013-as eredmények szignifikanciaszintje nem megfelelő az EPI-WEF_1, valamint a WEF_2 bármely összefüggésére. 2018-ban viszont igen, minden az előzőekben bemutatott korreláció szignifikanciaszintje megfelelő.

2013	IMD	WEF_1	SA	EPI	2018	IMD	WEF_1	SA	EPI
WEF_1	0				WEF_1	0			
SA	0	0			SA	0,008	0,009		
EPI	0,043	0,063	0,092		EPI	0,006	0,001	0,005	
WEF_2	0,115	0,118	0,066	0,776	WEF_2	0,036	0,043	0,003	0,008

Vizsgálatom második részeként azt elemzem, hogy a megújuló energiaforrások használata mennyiben járul hozzá az általános versenyképességi eredményekhez, mennyiben magyarázza azt a jelenleg alkalmazott kompozitmutatókban?

Módszerem elsősorban irodalomelemzés, hiszen a kompozitmutatók módszertana, súlyozási rendszere nyilvánosan elérhető, így konkrét számadattal megmondható a hozzájárulás mértéke.

Összegezve a megújuló energiaforrások használatának a szerepét a versenyképességi országgrangorokban, változatos képet mutat a vizsgált hat index. Van olyan

értékelési módszer, amely közvetlenül az energetikát sem érinti (GTCI), és van olyan, amelynél a megújulóenergia használat akár 10%-ban is magyarázza a rangsorban betöltött helyezést (Solability). Elmondható, hogy az IMD, WEF, Solability, Jó Állam alapján csekély mértékű, de közvetlen összefüggés mutatható ki a megújuló energetikai teljesítmény és a nemzetgazdaság versenyképessége között. A 16. táblázat bemutatja, hogy az energetikai, illetve megújuló energetikai indikátorok milyen mértékben határozzák meg az adott kompozitmutató értékét. A százalékos érték az adott területet vizsgáló tényező arányát jelzi az összes vizsgált tényezőben, figyelembe véve az adott kompozitmutató súlyozási rendszerét.

16. táblázat: Az energetikai teljesítmény a kompozitmutatók módszertanában.

	IMD	WEF_1	SA	EPI	WEF_2
Összes tényező száma	340	114	106	24	68
Energetika hatása	<ul style="list-style-type: none"> 8 db energetikai indikátor ebből 2 közvetlenebb hatással 	3 db indikátor	2 indikátor	6 indikátor	100%
Megújuló energia hatása	<ul style="list-style-type: none"> 8 db az egészség & biztonság indikátor ebből 3 közvetlenebb 	Nem szempont	1 pillér összes tényezője	6 indikátor	18 alindikátor 4 tényezője
Módszer	<ul style="list-style-type: none"> 2 alindikátort maximum 33%-ban magyarázhat a 8-8 tényező (24-25 tényező/alindikátor) 20 alindikátor egyenlő súllyal van figyelembe véve 	<ul style="list-style-type: none"> Az egy főre eső GDP alapján 5 fejlettségi kategóriába kerülnek az országok, kategóriánként eltérő a pillérek súlya, akár hatszoros eltéréssel 	5 pillér, egyenes súllyal	<ul style="list-style-type: none"> 10 alindikátor, különböző súlyokkal, különböző tényezőkkel. A levegőminőség, klíma & energia, levegő szennyezés összesen 50%-os súllyal szerepelnek 	18 alindikátor 4 tényezője egységes súllyal
Becsült megújulóenergia-hatás maximuma a kompozitértékre	3,3%	Nem kimutatható	20%	50%	26%

Forrás: saját szerkesztés az IMD, 2018b; WEF, 2016, Solability, 2017, EPI, 2018, WEF, 2017b alapján, 2018

A közvetlen összefüggés mellett pedig az általánosabb környezeti teljesítmény (pl. ÜHG kibocsátás), és egyéb szempontok (innováció területe, a nemzetgazdaság diverzifikáltsága, a külkereskedelmi mérleg) is összefüggésben vannak a megújuló energia teljesítménnyel, amely kapcsolat azonban nem mutatható ki a vizsgált

kompozitmutatókból.

A fentiekben bemutatott módszertanok figyelembevételével **még fajsúlyosabbá válik az előző részben bemutatott összefüggések erőssége az általános és környezeti versenyképességi kompozitmutatók értékei között** (szoros korreláció annak ellenére, hogy az általános mutatót csak 3,3%-ban, a környezeti-energetikai mutatókat pedig 20-50%-ban befolyásolhatják a megújuló energia eredmények).

4.8.5. Komplex összefüggések feltárása főkomponens analízis (PCA) segítségével

A fenti elemzésekben több tényező között kerestem összefüggéseket, melyeket a következőkben az EU 28 tagállamára is kiterjesztek. A megfigyelési egységek csoportjainak elemzése, háttérváltozók felderítése és így az eredeti megfigyelési változók közötti lényeges kölcsönhatások megállapítása céljából főkomponens analízist végeztem. A megfigyelési egységek az EU 28 országa, a megfigyelési változók a következők (17. táblázat):

17. táblázat: A vizsgálat megfigyelési változói

Változó	Indoklás
Bruttó hazai össztermék 2016-ban m USD-ben (GDP)	A versenyképesség megítélésében a jövedelemtermelést, jólétet kiemelő elméletek
Bruttó hazai össztermék egy főre vetítve, USD-ben (GDP/fő)	
IMD 2016-os pontszáma	A versenyképességet kompozit mutatókkal mérő elméletek
Teljes megújulóenergia felhasználás 2016-ban, energiamennyiségben, ktoe (RESvol)	Jelzésértékű a megújuló energia mennyisége, ugyanakkor együtt értelmezendő a teljes energiamennyiség változásával
Teljes megújulóenergia felhasználás 2016-ban, százalékban (RES%)	
Közlekedési megújulóenergia részarány százalékban (TR%)	Az EU-s országoknak egységesen szükséges 10%-os megújuló energia részarányt teljesítenie 2020-ban, azaz e területen nem várható akkora eltérés az országok teljesítménye között, mint a villamos, vagy fűtés-hűtés megújuló energia részaránya terén.
EU tagság kezdetének évszáma (EU _{tag})	A közösségi környezetvédelmi jog hagyományosan előremutatóbb, mint a tagállami, ennél fogva várható, hogy a korábban csatlakozott országok megújulóenergia eredményei meghaladják a később csatlakozókat.

Forrás: saját szerkesztés, 2018.

A főkomponensek meghatározásával lehetőségünk van a megfigyelési egységek ábrázolására, hiszen a főkomponensek a már említett megfigyelési változók közötti összefüggések, kapcsolatok kifejezésére alkalmas háttérváltozók, melyekből kettő vagy három lesz a legtöbb esetben. Így lehetővé válik a két, illetve három dimenzióban történő ábrázolás, s ez által az eredmények vizuális megjelenítése. (Szelényi, 1993)

Ebben az ökonometriai elemzésben hét megfigyelési változó alapján vizsgáltam a 28 megfigyelési egység (ország) értékeinek alakulását és az esetleges összefüggéseket.

A megfigyelési változók közötti összefüggésrendszer feltárása

A 17. táblázatban található adatokra vonatkozóan az alábbi összefüggéseket kaptam a MiniTab programban főkomponens elemzést (Principal Component Analysis) végrehajtva:

Sajátérték	3,1891	1,6979	1,3313	0,3790	0,2369	0,1267	0,0392
Arány	0,456	0,243	0,190	0,054	0,034	0,018	0,006
Összesített	0,456	0,698	0,888	0,942	0,976	0,994	1,000

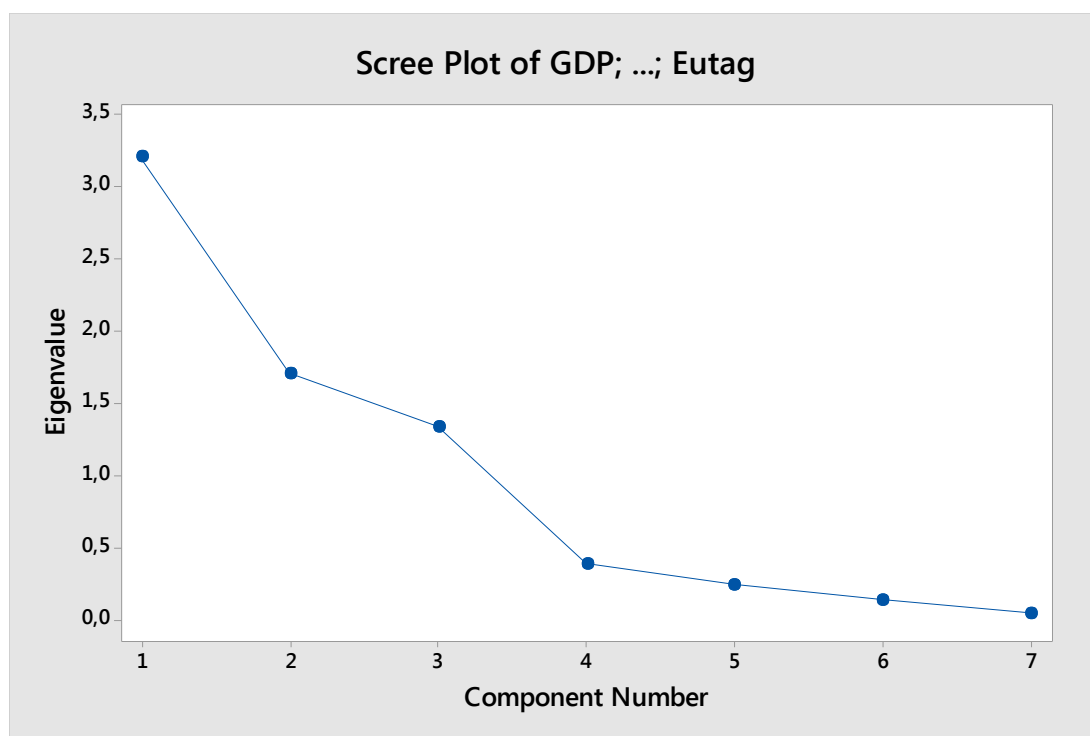
A szignifikáns főkomponensek számának meghatározása során figyelembe vettem, hogy akkor jelentős egy főkomponens, ha a sajátértéke (főkomponensek változók varianciája) (Sajátérték; $\lambda \geq 1$) és az összes variancia legalább 80%-át magyarázza.

Az első főkomponens varianciája (Sajátérték) 3,1891 és az összes variancia 45,6%-át magyarázza, a második $\lambda=1,6979$, 24,3%-ot magyaráz, a harmadik főkomponens pedig $\lambda=1,3313$, az összes variancia 19%-át magyarázva. Mindhárom főkomponenst be kell vonni annak érdekében, hogy az összes variancia 80%-át magyarázó komponenshez jussunk. Negyedik főkomponens már nem vonható be, mivel annak varianciája 1 alatti.

Eigenvectors

Variable	PC1	PC2	PC3
GDP	0,420	-0,172	-0,512
GDP/fő	0,412	-0,054	0,533
IMD	0,437	0,116	0,402
RES%	-0,023	0,701	-0,041
RESvol	0,421	0,136	-0,533
Tr%	0,256	0,586	0,032
Eutag	-0,469	0,316	-0,074

Együttesen, a három főkomponens 88,9%-ot képviselnek a teljes varianciából. Ennek megfelelően az összes adat összevonható e három tényező alá, a fennmaradó komponensek csak kis hányadát teszik ki a varianciának, ennél fogva vélhetően nem lényegesek. Ezt ábrázolja a Scree Plot ábra is (törmelék grafikon, 33. ábra):

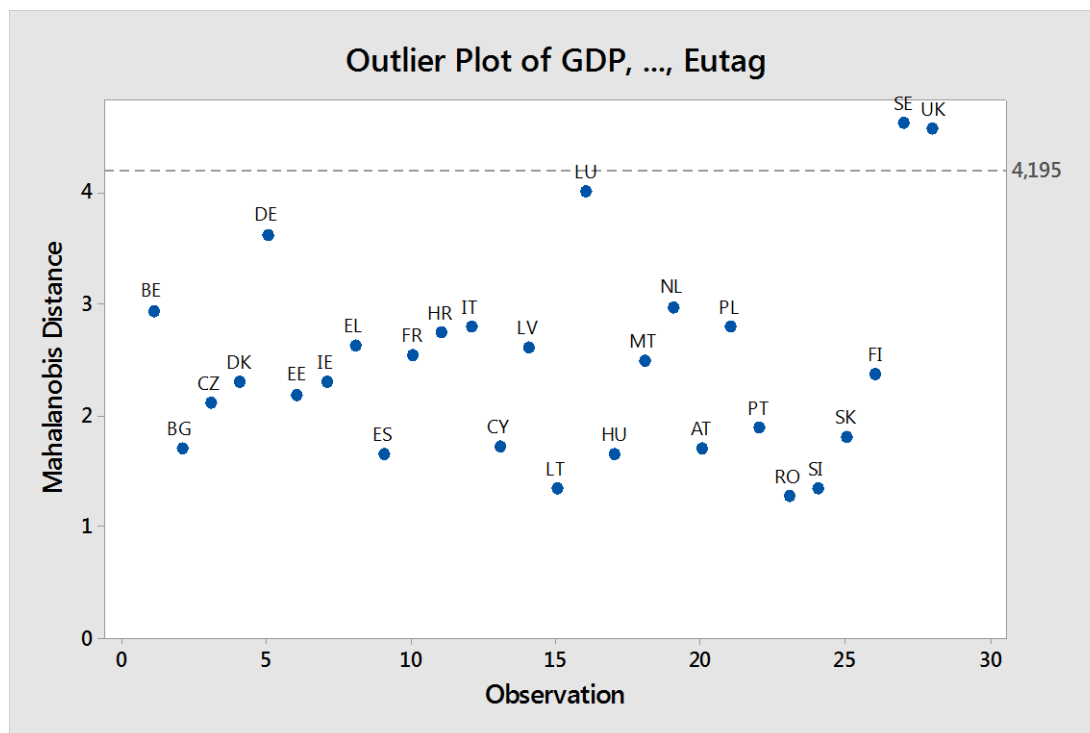


30. ábra: A főkomponensek törmelék grafikonja

Forás: saját szerkesztés MiniTab programmal, 2018

A három, egymástól független főkomponens tehát az EU csatlakozási időpontja, a megújulóenergia részaránya és az egy főre jutó GDP nagysága.

Ellenőrzésként Outlier ábrát (34. ábra) is fontos megismerni, ugyanis szignifikánsan befolyásolhatja eredményeinket, ha az Y tengely referenciaértéke fölött több adat is elhelyezkedik. Esetünkben a 28 megfigyelt országból mindösszesen kettő kiugró érték van, ami az eredményt nem befolyásolja.



31. ábra: Az EU-28 országok ábrázolása, kiugró értékeket keresve (Outlier-ábra).

Forrás: Saját szerkesztés MiniTab programmal, 2018

A megkapott főkomponensekkel klaszteranalízist végeztem. Az elemzés alapvető célja, hogy a megfigyelési egységeket viszonylag homogén csoportokba rendezze az elemzésbe bevont változók alapján. A folyamat akkor sikeres, ha az egységek hasonlítanak csoporttársaikhoz, azonban eltérnek a más csoportba tartozó elemektől. A klaszteranalízis tetszőleges objektumok különböző osztályokba sorolását lehetővé tevő módszereknek és ehhez kapcsolódó algoritmusoknak a gyűjtőneve. (Szelényi, 2002)

Hipotézisem az, hogy megújuló energia teljesítményben jól körülhatárolhatóan azonos csoportba fognak kerülni a tehetősebb és régebb óta EU-tag országok, és a gazdaságilag fejletlenebb, fiatalabb EU-tagsággal bíró országok egy alacsonyabb megújuló energia részarányú klaszternek lesznek részesei.

A klaszterelemzést a MiniTab program 27 lépésben végezte el, ezt az alábbi eredménytábla szemlélteti:

Lép és	Klaszterek száma	Hasonlósági szint	Távolsági szint	Csatlakozó klaszterek		Új klaszter	Új klaszterekben a megfigyelések száma
1	27	100,000	0,0	17	21	17	2
2	26	99,971	22,0	10	28	10	2
3	25	99,866	100,1	8	22	8	2
4	24	99,866	100,4	11	14	11	2
5	23	99,854	109,3	5	26	5	2
6	22	99,599	300,0	11	17	11	4
7	21	99,466	400,0	1	5	1	3

8	20	99,198	600,4	3	8	3	3
9	19	99,065	700,0	6	25	6	2
10	18	98,665	1000,0	11	15	11	5
11	17	98,398	1200,0	18	24	18	2
12	16	97,730	1700,0	2	23	2	2
13	15	97,597	1800,1	9	13	9	2
14	14	97,329	2000,5	1	20	1	4
15	13	96,395	2700,4	19	27	19	2
16	12	95,728	3200,0	3	18	3	5
17	11	95,194	3600,0	6	11	6	7
18	10	94,659	4000,4	9	12	9	3
19	9	93,725	4700,2	1	10	1	6
20	8	91,989	6000,0	4	19	4	3
21	7	88,518	8600,0	2	6	2	9
22	6	87,316	9500,1	3	9	3	8
23	5	82,243	13300,0	4	7	4	4
24	4	73,298	20000,0	1	3	1	14
25	3	59,279	30500,0	1	2	1	23
26	2	45,127	41100,0	4	16	4	5
27	1	0,000	74900,0	1	4	1	28

Minden lépésben két klaszter csatlakozott. A fenti táblázat mutatja, hogy mely klaszterek csatlakoztak, a távolságot közöttük, a hasonlósági szinteket, az új klaszter azonosító számát, az új klaszterek megfigyeléseinek számát és a klaszterek számát. Az összeolvasztás addig folytatódik, amíg egy klaszter nem lesz.

A vizsgálat eredményeként négy klaszter alakult ki:

	Megfigyelések száma	Klaszterben található négyzetek száma	Átl. távolság középponttól	Max. távolság középponttól
Klaszter1	14	773618365	6845,41	10435,7
Klaszter2	9	58448963	1839,55	4988,9
Klaszter3	4	99180968	4150,03	7800,0
Klaszter4	1	0	0,00	0,0

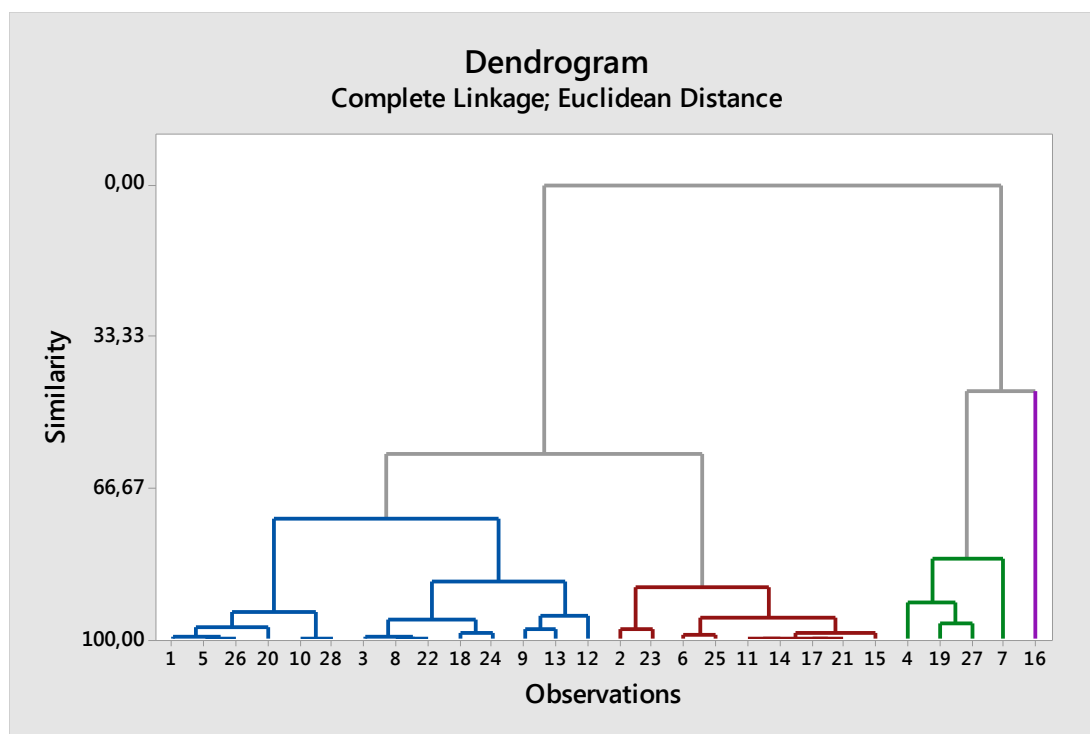
A klaszterközéppontok meghatározása:

Változó	Klaszter1	Klaszter2	Klaszter3	Klaszter4	Középpont
GDP/fő	26064,3	10988,9	45300,0	80900,0	25925,0
RES%	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2
Eutag	1981,1	2005,7	1973,0	1951,0	1986,8

Távolságok meghatározása:

	Klaszter1	Klaszter2	Klaszter3	Klaszter4
Klaszter1	0,0	15075,4	19235,7	54835,7
Klaszter2	15075,4	0,0	34311,1	69911,1
Klaszter3	19235,7	34311,1	0,0	35600,0
Klaszter4	54835,7	69911,1	35600,0	0,0

Dendrogramon ábrázolva a klasztereket (35. ábra):



32. ábra: Az EU-28 országok klaszteranalízisével alkotott dendrogram.

Forrás: Saját szerkesztés a MiniTab program segítségével, 2018

A négy klaszter tagjai:

- 1. klaszter: Belgium, Németország, Finnország, Ausztria, Franciaország, Nagy-Britannia. Közel azonos az egy főre eső GDP-jük, IMD pontszámaik 73 és 88 között alakul. Megújulóenergia teljesítményük 8,7% és 38,7% közötti. A legfiatalabb EU-csatlakozású ország is 1995-óta tagja a közösségnek.
- 2. klaszter: Csehország, Görögország, Portugália, Málta, Szlovénia, Spanyolország, Ciprus, Olaszország. Változatos időpontokban, 1951 és 2004 között csatlakoztak az EU-hoz. Az egy főre jutó GDP-jük viszonylag alacsony, 17 ezer és 26 ezer USD/fő között mozog. Az IMD-n 56 és 76 pont közötti értéket érnek el. Megújulóenergia teljesítményük változatos, a 6% és 28,5% között alakul.
- 3. klaszter: Bulgária, Románia, Észtország, Szlovákia, Horvátország, Litvánia, Magyarország, Lengyelország, Lettország. A legfiatalabb EU tagok, 2004 és 2013 között csatlakoztak. Egy főre jutó GDP-jük a legalacsonyabb, 6

ezer és 14,6 ezer USD/fő közötti. Viszont az itt szereplő országok közül legalacsonyabb megújulóenergia teljesítmény is magasabb, mint bármely más klaszter tagjainak alsó értéke.

- 4. klaszter: Dánia, Hollandia, Svédország, Írország, Luxemburg. A legmagasabb egy főre jutó GDP-jű országok. Az IMD értékelésén mind 90 pont felett végeztek. Megújulóenergia teljesítményük változó, 5,4% és 53,8% között alakul. A legfiatalabb EU-csatlakozású ország is 1995-óta tagja a közösségnek.

A klaszterek alakítása során látható, hogy az egy főre eső GDP szerinti hasonlóság a rendezőelv, az EU-csatlakozás időpontja és a megújulóenergia részaránya kevésbé játszik szerepet.

4.8.6. A módszertani vizsgálat következtetései

Szakirodalom elemzésével megállapítottam, hogy a termelési tényezők kihasználásának hatékonysága vonatkozásában a megújuló energiaforrásoktól mind a közlekedés, villamosenergia, fűtés-hűtés ágazatokban várható előrelépés a hagyományos energiaforrásokhoz képest. A megújuló energiaforrások élőmunkahatékonysága rosszabb a hagyományos energiahordozóknál - bár e tény megítélése változik a gazdasági ciklusok függvényében (munkanélküliség vagy munkaerőhiány-e épp a probléma).

A kompozitmutatók irodalom-elemzéssel feltárt módszertana alapján a fenntartható versenyképességnek 50%-ban feltétele a megújuló energiaforrások megfelelő kezelése. Korrelációs vizsgálatot és szignifikanciaszintet vizsgálva pedig kimutattam, hogy a fenntartható versenyképesség szorosan összefügg az általános versenyképességgel: az lehet versenyképes gazdaság, amely a fenntarthatóságra is törekszik, és a fenntartható gazdaságok egyben versenyképesekké is válnak.

Korrelációs vizsgálattal kimutattam, hogy a teljes energiafelhasználás volumene és a GDP között szorosabb az összefüggés, mint a megújuló energia felhasználása és a GDP között. A GDP önmagában nem alkalmas a pozitív környezeti teljesítmény mérésére, csupán a GDP elemzése azt a téves következtetést eredményezheti, hogy a megújuló energiaforrások használata a gazdasági teljesítmény romlásával, ezáltal a versenyképesség gyengülésével jár együtt. Ezzel szemben a kompozitmutatók alkalmasak arra, hogy a puha-tényezőket, a finomabb gazdasági összefüggéseket is feltárják.

Főkomponens elemzéssel három független változót mutattam ki hét vizsgált tényezőtől: ezek az egy főre jutó GDP nagysága, az EU csatlakozás időpontja és a megújulóenergia részaránya. A három független változó segítségével alkotott klaszterek rendezőelve sokkal inkább az egy főre jutó GDP nagysága, mint a csatlakozási időpontja, vagy a megújulóenergia részaránya. A magas egy főre eső GDP-vel bíró országok azonban nem áldoznak arányosan a megújuló energiaforrásokra, a szegényebb országok e tekintetben arányaiban nagyobb mértékben járulnak hozzá a közösségi célok eléréséhez.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az energetikai előrejelzések alapján a megújuló energiaforrásoknak megvan a helye a jelen és a jövő energetikai rendszereiben is: a folyamatosan növekvő energiaigényeket egyre nagyobb mértékben fogja ellátni megújuló forrású energia. Ennek több oka van, a legátfogóbb magyarázat az, hogy a gazdasági-környezeti-társadalmi fenntarthatóság feltételeinek a jelenleg ismert energiaforrások közül alapvetően a megújuló energiaforrások felelnek meg. Természetszerűleg - egy lépést visszalépve - elsődleges alternatíva a nem-fogyasztás, azaz a túlzó fogyasztás visszaszorítása, illetve az energiahatékonyság, energiatermelékenység növelése kellene, hogy legyen. Összetett A megújuló energiaforrások használata is csak akkor fenntartható, ha az nem túlzó igények kielégítését, valamint nem rossz hatásfokú rendszerek működtetését szolgálja.

A megújuló energiaforrások (és az energiahatékonyság is), mint fenntartható alternatíva könnyen csapdahelyzetet idézhetnek elő, mégpedig a túlfogyasztás kockázatát, amit kezelni szükséges. A Jevons-paradoxon alapján a gazdaságilag indokolt energiahatékonysági intézkedések inkább növelik, mint csökkentik az energiafogyasztást. A szakirodalom megkülönbözteti a közvetlen visszacsapó hatást (direct rebound effect) és a közvetett visszacsapó hatást (indirect rebound effect). Közvetlen hatás jelenségére példa az, amikor valaki kisebb fogyasztású autóra cseréli a járművét - majd annak a tudatában, hogy olcsón és kevés üzemanyagból közlekedik, sokkal többet utazik, végeredményben akár több üzemanyagot használva a korábbiaknál (a kezdeti állapotot összességében átlépő energiafelhasználást 'backfire'-nek nevezi a szakirodalom). Közvetett hatásra pedig példa az, amikor egy energiahatékonysági beavatkozással megtakarított pénzüsszeget más áruk, szolgáltatások vásárlására fordítunk, összességében máshol okozva energiafelhasználást. Jevons 1865-ös példája a szénfelhasználás csökkentésére irányuló hatékonysági projektek visszacsapó eredményét mutatta be, azonban azóta számos alkalommal igazolódott az 'olcsóbból többet' elv érvényesülése. (Sorrel, 2009) Végeredményben mind a megújuló energetikai, mind az energiahatékonysági projektek által eredményezett pénzügyi megtakarítások visszakerülnek a gazdaságba, ahol ismételten valamekkora energiafelhasználást eredményeznek, azaz a közvetett visszacsapó hatás természetes és elkerülhetetlen jelenség. Reményteli, hogy amennyiben az energetikai megtakarítások további energetikai innovációk fejlesztésébe áramlanak, akkor az új technológiák sokkal nagyobb léptékű energia- és költségmegtakarításokat fognak tudni lehetővé tenni.

5.1. Újszerű tudományos eredmények

A kutatásom újszerű tudományos eredményeit az alábbiakban, a hipotéziseimnek megfelelően foglalom össze:

E₁: A közgazdaságtan mintegy harminc nemzetközi téren elismert szerzője és öt világszinten meghatározó gazdasági, gazdaságelemzési szervezet publikációi részletes vizsgálata alapján megállapítottam, hogy indokolt a nemzetgazdaság szintjén is értelmezni a versenyképesség fogalmát, valamint jól körülhatárolhatók a nemzetgazdasági versenyképességet meghatározó és alakító tényezők. A versenyképességet alkotó tényezők azonban változnak az adott gazdasági-politikai-környezeti körülmények feltételeinek megfelelően. A változás egyrészt a versenyképességi tényezők hangsúlyainak áthelyeződését, másrészt a feltételek bővülését jelenti. Megállapítottam továbbá, hogy a fogalmat övező viták kulcseleme

az, hogy más küldetés húzódik meg a vállalatok és a nemzetgazdaságok szintjén értelmezett 'verseny' mögött: a vállalati versenyképesség növelésének fő és végső célja a tulajdonosok elvárásainak megfelelően a profitnövelés, a nemzetgazdasági versenyképesség küldetése pedig a lakosság életminőségének és életszínvonalának javítása, ill. a társadalmi - környezeti - gazdasági fenntarthatóság biztosítása.

E₂: A versenyképességi intézményrendszereket működtető országok vonatkozó politikái, valamint hat ismert, multidimenziós versenyképességi mutatórendszer alapján megállapítottam, hogy a nemzeti versenyképesség alakításában szerepet játszik a megújuló energiaforrások használatának mértéke. A versenyképességi tanácsok önálló megújuló energetikai célkitűzései támasztják ezt alá. A vizsgált hat multidimenziós mutatórendszer közül három szervezet kvantitatív módon mutatja ki a megújuló energiaforrások közvetlen versenyképességi, a közvetett hatások pedig minden szervezetnél magasan elismert értékek. Hosszú idősoros energetikai és gazdasági adatok statisztikai elemzésével kimutattam, hogy a GDP nem megfelelő jelző a megújuló energiaforrások versenyképességre való hatásának érzékeltetésére; a versenyképességre való hatást a különböző súlyozású, több szempont érvényesülését biztosító, összetett kompozitmutatók igazolják.

E₃: A fenntarthatóság társadalmi, környezeti, gazdasági kritériumai részletes vizsgálatával igazoltam, hogy a megújuló energiaforrások fenntarthatóbbak a hagyományos energiahordozóknál, fenntarthatóságban valós alternatívái a hagyományos energiaforrásoknak. Megállapításomat azonban környezeti vonatkozásban nem tekintem érvényesnek minden megújuló energiaforrásra. Kutatásom alapján minden olyan erőforrás környezetileg fenntarthatónak minősül, amely nem merül ki, kitermelése és használata nem szennyez (vagy szennyezése semlegesíthető) és nem jár nagy környezeti kockázattal az alkalmazása. Mindezek alapján jelenleg a megújuló energiaforrások a tüzeléstechnikai hasznosítású biomassza kivételével tekinthetők környezetileg fenntarthatónak.

E₄: Az innovációkra vonatkozó szabadalmi bejegyzéseket vizsgálva, valamint a megújuló energiaforrások használatának makrogazdasági hatásait elemezve bizonyítást nyert, hogy a megújuló erőforrások használata hozzájárul a gazdasági szerkezet korszerűsítéséhez, illetve növeli az innovációs képességeket. A megújuló energiaforrások hasznosítása kiemelt innovációs terület, valamint számos olyan terület kapcsolódik hozzájuk, amelyek következtében tovaryűrűző innovációs hatást vált ki a hasznosító technológiák fejlesztése. A gazdasági szerkezet korszerűsítését közvetlen és közvetett módon egyaránt támogatja a megújuló energia használata akár az importenergia kiváltásának köszönhető külkereskedelmi mérleg javulásán, akár a hazai zöldipar fejlesztésén keresztül.

E₅: A kutatási eredmények alapján megállapítottam, hogy a jövőben az energiaforrások, illetve ezeken belül a megújuló energiaforrások szerepe nőni fog a versenyképesség alakításában. A bővülő energiaigények miatt fenntartható energetikai alternatívákra van szükség (a jövőben korlátozottan felhasználható fosszilis energiahordozók alternatíváira); a globális klímavállalások tudományos és politikai elfogadottsága, a növekvő vállalati elköteleződés, illetve a befektetői szándékok pedig egyaránt azt mutatják, hogy a megújuló energiaforrások egyfajta fenntarthatósági zálogként jelennek meg az energetikai jövőképben.

5.2. Következtetések

A dolgozat elején megfogalmazott hipotéziseim kapcsán az alábbi következtetéseket teszem:

1. Dolgozatomban elsőként azt vizsgáltam, hogy a szakirodalom alapján mely tényezők határozzák meg a nemzetgazdasági, nemzeti versenyképességet, és ezen tényezők változnak-e?

A versenyképesség fogalmát bár alapvetően vállalati szinten értelmezi a szakirodalom, sőt, Krugman egyenesen ellenezte a versenyképesség nemzetgazdasági értelmezését, mégis, valahol az Adam Smith és David Ricardo által használt, országokra vonatkozó különböző termelékenységek a nemzetgazdaság versenyképessége meghatározásának előjelei voltak. A World Economic Forum 1979 óta vizsgálja a nemzetgazdaságok egymáshoz képesti rangsorát azt mondván, hogy a nemzeti versenyképesség olyan intézmények, politikák és tényezők összessége, amelyek meghatározzák egy gazdaság termelékenységét (a termelékenység pedig az ország előrehaladási, prosperitási lehetőségét biztosíthatja). A Harvard Business School szintén termelékenység oldalról közelíti meg a nemzet versenyképességét. Más szerzők azt hangsúlyozzák, hogy a termelési tényezőkön alapuló versenyképesség nem fenntartható, illetve változnak a versenyképességhez szükséges termelési tényezők (Graham, Clugston, Bogár – Vass, Czakó). Vannak, akik a versenyképesség fenntarthatóságának kérdését boncolgatják (Európai Bizottság, Aiginger-Landesmann), és vannak összetett értelmezések, akik a versenyképesség céljaként az életminőséget (jólétet és jól-létet), a gazdasági – társadalmi - környezeti fenntarthatóságot is meghatározzák, eszközöként pedig különböző puha tényezőket is fontosnak tartanak, mint például a humán tőke fejlesztését és hasznosítását (Széchenyi, Porter, Csath).

A versenyképességet alkotó tényezők azonban változnak az adott gazdasági-politikai-környezeti körülmények feltételeinek megfelelően. A változás egyrészt a versenyképességi tényezők hangsúlyainak áthelyeződését, másrészt a feltételek bővülését jelenti.

2. Dolgozatom másik fő kérdése, hogy a nemzeti versenyképesség alakításában játszhat-e szerepet a megújuló energiaforrások használatának mértéke?

Az újabb versenyképességi elméletek megközelítései magukban foglalják a környezeti fenntarthatóságot, összekapcsolva a gazdasági tevékenységeket a környezeti teljesítménnyel (WEF, IMD, Csath, Graham, Clugston, Bogár - Vass, Káposzta). Porter (és vele egyetértve Fogarassy) a környezeti fenntarthatóság biztosítását - a vállalatokból kiindulva - nemhogy követelményként (költségtételként), hanem egyenesen innovációs forrásként, ezáltal versenyelőnyként értelmezi. (Porter szerint a szennyezés sokszor kárba vesztett erőforrás, amelynek a csökkentésére irányuló törekvések növelik a termelékenységet. A környezetpolitikai intézkedések ösztönözhetik az innovációt, hogy azáltal részben, vagy teljesen elkerülhető a környezetpolitikai intézkedéseknek való megfelelés költsége.)

A megismert szakirodalom alapján az kijelenthető ki, hogy a versenyképesség egyik feltétele a fenntarthatóság. A fenntarthatóság kívánt hármasa (gazdasági, társadalmi, környezeti) pedig nem biztosítható olyan erőforrások használatával, amelyek kimerülnek, elfogynak, az alternatívákhoz képest szennyezőbbek (lokálisan és

globálisan) és használatuk nagy környezeti kockázattal járhat. Teller Ede 1959-ben felhívta a figyelmet arra, hogy a „múlt energiahordozói” egyrészt elfogynak, másrészt üvegházhatást kiváltva szennyeznek a légkört, ami felmelegedéshez és ezáltal tengerparti területek elárasztásához vezetnek. (Franta, 2018)

Kijelenthető tehát, hogy amennyiben a megújuló energiaforrások fenntarthatónak bizonyulnak, úgy hozzájárulhatnak a nemzeti versenyképességhez.

3. Fenntarthatóbbak-e a megújuló energiaforrások a hagyományos energiahordozóknál? Fenntarthatóságban alternatívái lehetnek-e a hagyományos energiaforrásoknak?

A Föld összes fosszilis energiahordozójának kimerülése régóta vitatott kérdés. Az igazolt olaj- és földgázkészletek ötven százalékkal nőttek az elmúlt húsz évben, ezek a jelenleg rendelkezésre álló igazolt olaj- és földgázkészletek további 50 évre elegendőek, a 2016-os kitermelési adatokat feltételezve. A most rendelkezésre álló szénkészletek az elmúlt húsz évben tíz százalékkal csökkentek, ugyanakkor 150 évre lennének elegendőek, szintén a 2016-os termelési szintet feltételezve. Mindezek alapján feltételezhető, hogy megfelelően vonzó energiaárak mellett újabb-és újabb, bár egyre költségesebben elérhető rezervoárok fognak megismerhetővé válni (bár a lelőhelyek vélhetően Európán kívüliek lesznek, amivel a 73 %-os fosszilis importfüggőség csökkenthető, de sok irányba nem diverzifikálható). A környezeti fenntarthatóság vonatkozásában tehát elsősorban nem a belátható időn belüli erőforrás-kimerülés a döntő érv a fosszilis energiahordozókkal szemben.

Bár az energiahatékonysági intézkedések sokat kell, hogy enyhítsenek az energiafelhasználás gazdasági - társadalmi - környezeti felelősségén, nem elvárható, hogy az energiahatékonyság révén megkerülhető legyen a fosszilis energiaforrások hatásainak csökkentése, hosszú távon ezen energiaforrások kiváltása. A hatások csökkentésére tett eddigi intézkedések még nem hoztak áttörést (pl. CCS, CCU, úrrizmák), emiatt alternatívákként a nukleáris és a megújuló energiahordozók kínálóznak.

A szennyezés tekintetében elmondható, hogy a tüzeléstechnikán alapuló energiahasznosítási módok széndioxid és egyéb üvegházi gázok, valamint szálló por kibocsátásával járnak. A biomassza égetése ugyanúgy ÜHG kibocsátással jár, mint a fosszilis égetés – környezeti előnye csupán az, hogy a biomassza életciklusa jóval rövidebb, mint a fosszilis forrásoké. Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) adatai alapján az energiahordozók égetése a következő mértékű CO₂ kibocsátással jár 1 TJ energiakinyerésre vonatkozóan: fa (szilárd biomassza): 112 t, lignit, barnaszén: 101 t, fűtőolaj: 74,1 t, földgáz: 56,1 t, biogázok: 54,6 t. (IPCC, 2015)

Az így okozott üvegházhatás a környezeti fenntarthatóság ellen hat, a társadalmi fenntarthatóság ellen hatnak a légszennyezésből fakadó káros egészségügyi következmények, a gazdasági fenntarthatóságot pedig hátráltatják az előbbi károk helyreállításának ráfordításai.

Mivel a nukleáris energiának üvegházi gázkibocsátása nincs, emiatt hosszútávú alkalmazásával szükségszerűen számol az IEA a globális klímacélok teljesítése érdekében. Ugyanakkor a nukleáris energia alkalmazását mégis sok kritika éri a gazdasági - társadalmi - környezeti fenntarthatóság vonatkozásában. A legfontosabb

gazdasági kritika az időtávhoz köthető: az atomenergia a legdrágább beruházási költségű technológia, aminek alacsony üzemeltetési költségei ellenére is nagyon hosszú a megtérülési ideje; több évtizedes időtávon pedig nagyon nagy az áramárak előrejelzésének bizonytalansága. (Világszinten 5%-os és 10%-os diszkontrátával számolva ca. 62,7 és 120 EUR/MWh LCOE költségek mutathatóak ki, Paks2 esetén 7%-os diszkontráta 57,4 EUR/MWh LCOE-t eredményezne a feltételezések szerint. A nagykereskedelmi áramárak előrejelzése bizonytalan, mindenesetre jelenleg az EU-s és hazai nagykereskedelmi árak jóval a projektek megtérüléséhez kívánt árszint alatt vannak (EU-s átlagban 40 EUR/MWh környékén ingadoztak az elmúlt években, a közép-kelet-európai regionális áramárak pedig 30 és 40 EUR/MWh közötti tartományban voltak találhatóak.) (Barkatullah, 2017)

Gazdasági kritikának, valós gazdasági és geopolitikai kockázatnak számíthat a technológia és fűtőanyag szállítók számának korlátozottsága és világhatalmi elhelyezkedése. Társadalmi - környezeti kritikaként az esetleges meghibásodásból, természeti katasztrófából, terrorcselekményből, valamint a kiegészítő fűtőelemek emberi léptékekkel nem látható elhelyezési időigényéből fakadó háborús és egészségügyi kockázatok merülnek fel. Mivel a nukleáris energiának üvegházi gázkibocsátása nincs, emiatt hosszútávú alkalmazásával szükségszerűen számol az IEA a globális klímacélok teljesítése érdekében.

Noha mind a fosszilis energiahordozók, mind a nukleáris energia hasznosításának lehetnek pozitív versenyképességi hatásai, a dolgozatomban kizárólag a megújuló energiaforrások versenyképességre tett hatásának okozati összefüggését vizsgáltam.

Következésképp, minden olyan erőforrás környezetileg fenntarthatónak minősül, amely nem merül ki, kitermelése és használata nem szennyez (vagy szennyezése semlegesíthető) és nem jár nagy környezeti kockázattal az alkalmazása. Mindezek alapján jelenleg a tüzeléstechnikai hasznosítású biomasszán kívül, a megújuló energiaforrások tekinthetők környezetileg fenntarthatónak.

4. A megújuló erőforrások használata hozzájárul-e a gazdasági szerkezet korszerűsítéséhez, illetve növeli-e az innovációs képességeket?

Az importenergiát hazai termelésű megújuló energiaforrásokkal kiváltó országok a külkereskedelmi mérlegük javulásával hozzájárulhatnak gazdasági szerkezetük korszerűsítéséhez, azaz közvetett hatás mindenképp feltételezhető. Közvetlen hatásként pedig a hazai zöldipar, zöldgazdaság fejlesztése érvényesül azon országokban, akik kiemelt figyelmet fordítanak arra, hogy a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák fejlesztésében és gyártásában is részt vegyenek.

A megújuló energiaforrások hasznosítása kiemelt innovációs terület. Helm (2014) tanulmánya alapján igazolt, hogy a megújuló energiahasznosításra vonatkozó szabadalmak száma az átlagosnál nagyobb mértékben növekedett (2006-tól az átlagos növekedés évi 6%, míg a megújulók terén évi 24%; csak 2011-ben 182.000 megújulós szabadalmi bejegyzés érkezett). Világszerte az 1990-es évek vége felé indultak növekedésnek a megújulós szabadalmak, majd a 2000-es években rohamtempóban fejlődött számuk.

Továbbá, a megújuló energiaforrások hasznosítása számos más, innovatív területtel áll kölcsönhatásban, így az innovációs képességek pozitív tovagyrúzó hatása is érezhető. A legjellemzőbb kapcsolódó területek azok, ahol a megújuló

energiaforrások hátrányban vannak a fosszilis energiahordozókhoz képest: energiátárolás, meglévő energetikai rendszerekhez való illesztés és azokkal való együttműködés, valamint az intelligens energetikai rendszer megoldások, energetikai digitalizáció. A felsorolt területeken szintén rendkívül gazdag szabadalmi tevékenységek folynak.

Dolgozatommal tehát igazoltnak látom, hogy a megújuló erőforrások használata hozzájárul a gazdasági szerkezet korszerűsítéséhez, illetve hogy növeli az innovációs képességeket.

5. Az energiaforrások, illetve a megújuló energiaforrások szerepe nőni fog-e a jövőben a versenyképesség alakításában?

A versenyképesség és fenntarthatóság szempontjából változhat a megújuló energiaforrások mai megítélése. Egyrészt a korábbi feltételezésemhez kapcsolódóan a megítélés változhat sokkal támogatóbb irányba, másrészt egyéb - szintén a versenyképességet alakító tényezők – csökkenthetik a megújuló energiaforrások relatív versenyképességi jelentőségét. Ezek közül a legjobb forgatókönyv az erőforráshatékonyság, energiahatékonyság, energiaigényesség javulása, azaz az energiaszükségletek csökkenése volna, azonban jelenleg más irányba mutatnak az előrejelzések. Sokkal inkább várható az a veszély, hogy az energetika területén történő fejlődések, így az energetikai portfólió zöldülése és a tárolási technológiák éretté válása feledtetik a klímaváltozás problémáját és a tiszta energiák túlfogyasztásához vezethetnek. Másrészt pedig olyan iparfejlesztési trendek következhetnek, amelyek új zászlóshajóként átvehetik az elmúlt egy-két évtizedben a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiáktól várt gazdaságfejlesztési, munkahelyteremtési, innovációs hatásokat: ilyen trendek lehetnek az ipar 4.0, digitalizáció, blockchain, elektromos és önvezető járművek, közösségi vagy megosztásos gazdaság (shared economy).

Legfőképpen a globális klímavédelmi megállapítások, mint tudományos alapokon nyugvó,- és széleskörű politikai elfogadottsággal bíró egyezmények igazolják a feltevésemet, amely szerint a jövőben az energiaforrások, illetve ezeken belül a megújuló energiaforrások szerepe nőni fog a versenyképesség alakításában. Amennyiben világpolitikai szinten elfogadásra kerül, hogy korlátozott üvegházhatású gáz kibocsátás engedhető meg csupán, azaz csak bizonyos 'karbonvagyon' használható fel, akkor a megújuló energiaforrások használata rendkívüli mértékben fel fog értékelődni, alapvető szükségletté fog válni. Ezt a folyamatot támogathatja az elsüllyedt javak, a 'stranded assets' piaci beárázódása, a befektetők fokozatos kivonulása a fosszilis energiaforrásokhoz kapcsolódó vállalatokból.

5.3. Javaslatok

A kutatásom során feldolgozott szakirodalmak, stratégiák, előrejelzések, ország- és vállalatértékelések alapján megállapítható, hogy a megújuló energiaforrások aktuális szerepe sok helyen felül, máshol pedig alulértékelt.

Felülértékelésnek gondolom azt, amikor kizárólag a látványos támogatási rendszerek által biztosított fejlődés kerül pozitív megítélésre (a 'bezzegországok' napelemes vagy szélerőműves telepítései), a környezetre, kapcsolódó rendszerelemekre, finanszírozásra való hatások nélkül.

Alulértékelésnek pedig azt tartom, amikor elsősorban a makrogazdasági hatásra, az innovációs környezetre, a technológiai fejlődési potenciálra, fenntarthatóságra vonatkozó elemek nem kerülnek megfelelő értékelésre.

Javaslom, hogy az országok megújuló energia felhasználásra vonatkozó stratégiai és a már elért eredményeinek értékelési szempontjai a következők legyenek:

- makrogazdasági hatás (a kiváltott energia és annak infrastruktúrája figyelembevételével)
- a berendezések gyártásának, telepítésének és utóéletének környezeti hatásai
- a támogatási rendszerek anyagi terheinek hatása a finanszírozókra
- a hazai zöldipar fejlődésének mértéke
- a kapcsolódó infrastruktúrákra gyakorolt hatás
- a közvetett és közvetlen foglalkoztatási hatása
- a termelő berendezések üzemeltetési körülményei
- a telepített technológiák innovációs szintje
- a technológia fejlődési potenciálja
- hatás a versenyképességre

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Disszertációmban az elmúlt egy évtized során az energetika világában megszerzett ismereteimet, tapasztalataimat használtam fel ahhoz, hogy a megújuló energiaforrások használatának és a nemzetgazdaság versenyképességének összefüggéseit, rendszerbe helyezését a szakirodalmak alapján bemutassam. Dolgozatom első felében hangsúlyozom a megújuló energiaforrások és a nemzeti versenyképesség aktualitását és jelentőségét, valamint áttekintést nyújtok ezek általános szakirodalmi háttéréről. A nemzeti versenyképesség fogalmát elhelyezem az általános versenyképességi elméletekben, illetve a megújuló energiaforrásokat elhelyezem a szélesebb energetikai összefüggésrendszerben.

Ezt követően részletes és széleskörű szakirodalmi kutatással vizsgáltam meg hipotéziseim megalapozottságát és kerestem válaszokat felvetéseimre.

Megállapítottam, hogy a versenyképesség fogalmát indokolt a nemzet, nemzetgazdaság szintjén is értelmezni, továbbá igazoltam, hogy körülhatárolhatók a versenyképességet meghatározó és alakító tényezők. Rávilágítottam ugyanakkor arra, hogy a versenyképességet meghatározó és alakító tényezők változhatnak és változnak is területi, erőforrásbeli, időbeli és gazdasági fejlettségi tényezők függvényében.

Igazoltam, hogy a nemzeti versenyképesség alakításában szerepet játszhat a megújuló energiaforrások használatának mértéke. Ennek jelentősége annál nagyobb, minél magasabb egy ország importfüggősége és minél inkább lehetősége van az import saját és tiszta energiaforrásokkal való kiváltására.

Ráműtattam, hogy a megújuló energiaforrások fenntarthatóbbak a hagyományos energiahordozóknál, fenntarthatóságban valós alternatívái a hagyományos energiaforrásoknak. Árnyaltam ugyanakkor a megújuló energiaforrások képét azzal, hogy bemutattam a biomassza tüzeléstechnikai hasznosításának fenntarthatósági kihívásait, és hogy inkább az innovációban gazdagabb és a működése során károsanyagok kibocsátásával nem járó technológiákat helyeztem előtérbe fenntarthatóság szempontjából.

Megállapítottam, hogy a megújuló energiaforrások használatára fejlesztett technológiák innovációs potenciálja magas, ennél fogva növelik is az innovációs képességeket. A kapcsolódó technológiák innovativitása, külkereskedelmi mérleg javító hatása, foglalkoztatási, iparfejlesztési hatása okán hozzájárulnak a gazdaságszerkezet korszerűsítéséhez, ennél fogva a gazdaság sokrétűbb, válságállóbb lehet.

Legfőképpen a globális klímavédelmi megállapítások, mint tudományos alapokon nyugvó,- és széleskörű politikai elfogadottsággal bíró egyezmények igazolják a feltevésemet, amely szerint a jövőben az energiaforrások, illetve ezeken belül a megújuló energiaforrások szerepe nőni fog a versenyképesség alakításában. Amennyiben világpolitikai szinten elfogadásra kerül, hogy korlátozott üvegházhatású gázkibocsátás engedhető meg csupán, azaz csak bizonyos 'karbonvagyon' használható fel, akkor a megújuló energiaforrások használata rendkívüli mértékben fog értékelődni, alapvető szükségletté fog válni. Ezt a folyamatot támogathatja az elsüllyedt javak, a 'stranded assets' piaci beárazódása, a befektetők fokozatos kivonulása a fosszilis energiaforrásokhoz kapcsolódó vállalatokból.

A megújuló energiaforrásoknak a versenyképességi szakirodalomban megismert jelentőségét és a rendelkezésre álló adatok vizsgálatának statisztikai módszereit, valamint fő eredményeit a 18. táblázat szerinti csoportosításban mutatom be.

18. táblázat: A megújuló energiaforrások a versenyképességi elméletekben és a dolgozatban alkalmazott mérési módszerek

Szakirodalom elemzés	Mérés és elemzés
<ul style="list-style-type: none"> • Természeti tőke birtoklása • Termelékenység, hatékonyság • Külkereskedelmi vonatkozás: <ul style="list-style-type: none"> - Importkitettség csökkentése, - Technológiaexport lehetősége <ul style="list-style-type: none"> • Innovációs tartalom: - Fejlődő technológiáknak magasabb az innovációs potenciálja, mint a már érett technológiáknak; <ul style="list-style-type: none"> - Kapcsolódó innovációs terület a rendszerintegráció, elektrifikáció és dekarbonizáció (amely hatással van a fosszilis technológiákhoz kapcsolódó innovációkra is) • Politikai célterület és eszköz • Változó versenyképességi tényezők elmélete • Fenntarthatósági korlátok megjelenése: <ul style="list-style-type: none"> - Természeti jelenségek, - Politikai vállalások, - Szabályozási intézkedések, - Formálódó közvélemény hatása 	<ul style="list-style-type: none"> • Külkereskedelmi mérlegben az importkiváltó hatás • Kompozitmutatók és azok módszertanának elemzése • A GDP nem megfelelő mutató a cél szerinti mérésre • Hosszú idősoros adatok vizsgálata statisztikai módszerekkel • Folyamatosan változó mérési feltételek: a változó tényezők elve alapján egyre nagyobb hangsúly helyeződhet a fenntarthatóság különböző aspektusaira, a kompozitmutatók módszertana is változhat

Forrás: saját szerkesztés, saját kutatás alapján, 2018

Kutatásommal az volt a célom, hogy a megújuló energia és a nemzeti versenyképesség összefüggéseinek minél mélyrehatóbb feltárása által hozzájáruljak ahhoz, hogy a nemzeti versenyképességet alakító tényezők sokkal hatékonyabban azonosításra, elfogadásra és fejlesztésre kerülhessenek, és ezzel a jelenben - akár nagyobb erőfeszítések árán is - tehesünk életminőségünk fenntarthatóságáért.

Kutatásom során a megújuló energiaforrások használatából kiindulva eljutottam a fenntarthatóság és a fenntartható versenyképesség összetett értelmezésének szükségességéig. Ezzel együtt a megújuló energiaforrások elemzése ráébresztett arra, hogy a fenntarthatóság szemüvegén keresztül szükséges számos más olyan tényezőt is vizsgálni, amelyek a jelenkorunkat már most alakítják, de a jövőben fognak igazán kritikussá válni.

Dolgozatom nem terjedhetett ki ezekre a jövő-formáló témákra, és az általam feldolgozott többszemponú indikátorrendszerek sem tartalmazzák még ezen tényezőket, ugyanakkor kritikus szemmel lesz érdemes vizsgálni őket.

Ilyen téma a robotizáció jelensége, ami már most mutatja, hogy a versenyképesség érdekében tudásfejlesztésre kell áldoznia az országoknak, egyrészt a fejlesztésben való kiválóság érdekében, másrészt a kiváltott munkaerő életminőségének fenntartása céljából. A robotizáció anyag-és energiaszükséglete szintén a fenntarthatóság szemüvegén keresztül vizsgálandó. Az elektromos járművek elterjedése ugyanígy felveti az anyag-és energiaszükséglet kérdését, valamint a

járműgyártás beszállítóhálózatának és foglalkoztatásának fenntarthatóságát. Az általános digitalizációval pedig eddig nem látott adatvédelmi kérdések merülnek fel.

Mindezek a témák új függőségi viszonyokat teremtenek a nemzetközi szinten. A függőség egyik csoportja a berendezésekhez szükséges ásványkincsek, ritka fémek lesz minden bizonnyal. Emellett pedig várhatóan az adat, és az adathoz való hozzáférés új erőforrássá fog válni.

Tehát mind a fizikai, mind a virtuális térben új függőségi viszonyok alakulhatnak ki, és ez a folyamat új versenystratégiákat kényszeríthet ki.

További szempont a körkörös gazdaság modellje, amely kezdi áthatni mindennapjainkat az elsősorban a műanyagok használata által okozott környezeti károk és ennek következtében a műanyagok használatának korlátozására irányuló szabályozások megjelenése miatt.

Meggyőződésem szerint a fenti témák új, a tudomány által feltárandó összefüggéseket fognak jelenteni a közeljövőben, illetve a versenyképességi szakirodalmak és a versenyképességi rangsorok módszertanai is foglalkozni fognak ezen tényezőkkel.

SUMMARY

In my thesis, I aimed to present the positive impacts of the usage of renewable energy sources on national competitiveness by building upon on the scientific studies that have been already published and my personal experiences gained in the energy industry over the past decade.

In the first part of my thesis I emphasise the importance and validity of the correlation between renewable energy sources and national competitiveness, furthermore I provide an overview of their general scientific background. I attempt to place the notion of national competitiveness into the theories on general competitiveness and I put renewable energy sources in the general energy context.

After the general introduction, I completed broad and in-depth research to find answers to my questions and to justify my hypothesis.

I have ascertained the reasonability to define competitiveness at the level of national economy, furthermore I have justified that the factors of competitiveness are identifiable and determinable. Nevertheless I have highlighted that definitive factors of competitiveness may change depending on various circumstances in terms of aspects as geography, resources, time, economy development.

I have brought the conclusion that the utilisation of renewable energy sources is able to shape competitiveness of a nations economy. The impact is proportional to the level of energy import-dependency and physical-economical possibility to replace import energy with domestically produced clean energy sources.

I have pointed out that renewable energy sources are more sustainable than conventional energy sources and they are real alternatives to conventional energies in terms of sustainability. On the other hand I had to point out the sustainability challenges of biomass firing and the need to prioritise technologies bearing higher innovation potential and emitting fewer greenhouse-gases over their life-cycle.

I have declared that the innovation potential of renewable energy technologies is high thus they enhance innovation capabilities. They contribute to the modernisation of the economy structure via their positive impacts on innovation, trade balance, employment, industry development, enabling economies to be more multifold and more resistant to criseses.

Global climate agreements are based on broad scientific and political consensus, the justify my assumption that energy - and especially renewable energy - will play an even more crucial role in the future of competitiveness. In case of worldwide adoption of carbon budget (meaning limitation in use of fossil reserves so capping greenhouse-gas emissions), renewables will be more appreciated, their use will become a basic necessity. This progress may be supported by the phenomem of 'stranded assets' and the gradual disinvestments from companies engaged in fossil energy sources.

With this thesis I had the aim to contribute to the better identification of determining factors of national competitiveness and to stand up for more efficient development of it, in order to be able to do more - even if it requires higher efforts - for our sustainable quality of life.

During the finalisation of this thesis, my focus shifted from the use of renewable energy sources to the necessity of complex interpretation of sustainability and

sustainable competitiveness. In this context, we shall also analyse further crucial issues of our present and future life from the point of view of sustainability. Neither my thesis nor the studied multi-criteria indecees could cover all of this future-shaping issues. One of these issues is robotification showing already the need to dedicate efforts on educational-development in order to excell and to maintain life quality of labour. Material and energy demand of robotification should also be analysed through sustainability criteria. Similarly, dissemination of electric vehicles also raises the question of material and energy requirements, furthermore it highlights the sustainability challenge of supply chains and employment of the automotive industry. Digitalisation could easily mean unprecedented challenges in data security, data protection and data management.

All the above issues may create new dependency issues at the international level. Natural resources such as rare earth materials deemed to be one bottleneck in this new dependency landscape while data may become a new resource of our economies and societies.

Consequently new dependencies could emerge both in the physical and virtual reality, forcing the presence of widely different competitive strategies.

As a further aspect, model of circular economy is beginning to influence more and more our daily life via mainly environmental damages caused by use of plastics and regulatory restrictions brought by above reasons.

I am convinced that the above issues will bring new interrelations to be the subject of scientific researches, and studies of competitiveness and competitiveness indecees will also analyse them.

MELLÉKLETEK

M1. - IRODALOMJEGYZÉK

1. AIGINGER K. - LANDESMANN M. (2002): Competitive Economic Performance: USA versus EU, WIIW Research Reports No. 291, <https://wiiw.ac.at/competitive-economic-performance-usa-versus-eu-dlp-219.pdf> Letöltve 2017: július 3-án
2. ALFÖLDY-BORUSS M. (2016): Az energiaigényes gazdasági tevékenységek regionális jellemzői, in: Regionális Versenyképességi Tanulmányok, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Államkutatási és Fejlesztési Intézet, Szerk. Csath Magdolna, Budapest, pp. 253-283, ISBN 978-963-439-001-5
3. ALTEO (2018): Felsődobbsza Vízérmű, <https://alteo.hu/eromuvek/vizeromuvek/felsodobsza-vizeromu/> Letöltve: 2018. március 1-jén
4. AMBEC et al. (2011): The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness?, Resources for the Future, <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-11-01.pdf> Letöltve: 2017. július 3-án
5. ANCIENT ORIGINS (2017): The Future of the Nashtifan Windmills is Blowing in the Wind <http://www.ancient-origins.net/ancient-places-asia/future-nashtifan-windmills-blowing-wind-009065> Letöltve: 2017. december 1-jén
6. ATKINSON R. D. (2013): Competitiveness, Innovation and Productivity: Clearing up the Confusion, The Information Technology and Innovation Foundation (ITIF), <http://www2.itif.org/2013-competitiveness-innovation-productivity-clearing-up-confusion.pdf> Letöltve: 2018. október 22-én
7. BARKATULLAH N. - AHMAD A. (2017): Current status and emerging trends in financing nuclear power projects, Energy Strategy Reviews 18 (2017) 127e140, https://website.aub.edu.lb/ifi/programs/eps/Documents/articles/20171003_current_status_financing_nuclear_power_ali_ahmad.pdf Letöltve: 2018. január 6-án
8. BARON F. - FISCHER D. (2015): Divestment and Stranded Assets in the Low-carbon Transition, OECD, 28 October 2015 <https://www.oecd.org/sd-roundtable/papersandpublications/Divestment%20and%20Stranded%20Assets%20in%20the%20Low-carbon%20Economy%2032nd%20OECD%20RTSD.pdf> Letöltve: 2017 május 24-én
9. BERGER T. (2008): Concepts of National Competitiveness, Journal of International Business and Economy 9 (1): 91-111, ISSN: 1544-8037, <http://i-jibe.org/achive/2008spring/5-Berger.pdf> Letöltve: 2017 július 3-án
10. BGR (2016): Energy Study 2016. Reserves, resources and availability of energy resources (20). – 180 p. Hannover. https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Energie/Downloads/energiestudie_2016_en.pdf?__blob=publicationFile&v=2 Letöltve: 2018. március 31-én
11. BLOOMBERG (2018): Tumbling Costs for Wind, Solar, Batteries Are Squeezing Fossil Fuels, Bloomberg New Energy Finance, March 28, 2018, <https://about.bnef.com/blog/tumbling-costs-wind-solar-batteries-squeezing-fossil-fuels/> Letöltve: 2018. május 2-án

12. BMVIT (2018): #mission2030, Die österreichische Klima- und Energiestrategie, Bundesministerium Für Verkehr, Innovation Und Technologie, www.mission2030.bmvt.gv.at Letöltve: 2018. június 1-jén
13. BOGÁR L. - VASS Cs. (2014): A nyugatias modernitás létmódja és hatása az emberi gazdálkodásra in: Szerk. Csath M, Közgazdaságtan, Társadalom-gazdaságtan, makroökonómiai alapok, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, pp 48-49
14. BP (2017a): Statistical Review of World Energy, June 2017, <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf> Letöltve: 2018. január 3-án
15. BP (2018): Energy outlook, 2018 Edition, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html> Letöltve: 2018. április 26-án
16. CARBON TRACKER INITIATIVE (2013): Unburnable carbon: Wasted capital and stranded assets, April 2013. <http://www.carbontracker.org/report/unburnable-carbon-wasted-capital-and-stranded-assets/> Letöltve: 2017 május 24-én
17. CATO, M. S. (2009): Green Economics - An Introduction to Theory, Policy and Practice, London, ISBN: 978-1-84407-570-6
18. CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY (2016): The World Factbook, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2001rank.html> Letöltve: 2017. április 27-én
19. CHIKÁN A. (2006): A vállalati versenyképesség mérése. Egy versenyképességi index és alkalmazása. Pénzügyi Szemle. 51. évfolyam 1. szám. 42-56. o.
20. CHIKÁN A. – SZABÓ E. (2013): Nemzeti versenyképességi intézmények és programok, Budapesti Corvinus Egyetem Vállalatgazdaságtan Intézet Versenyképesség Kutató Központ, Budapest, pp 137
21. CLEVELAND C.J. – MORRIS C (2013), Handbook of Energy, Elsevier, ISBN: 978-0-08-046405-3
22. CLUGSTON C. O. (2013): Scarcity: Humanity's Final Chapter?, Booklocker.com, Inc., Port Charlotte, Florida, Amerikai Egyesült Államok
23. COMMUNIST PARTY OF CHINA (2015): The 13th Five-Year Plan For Economic And Social Development Of The People's Republic Of China (2016–2020), Central Committee of the Communist Party of China Beijing, China, Central Compilation & Translation Press, <http://en.ndrc.gov.cn/policyrelease/201612/P020161207645766966662.pdf> Letöltve: 2017 május 6-án
24. CZAKÓ (2000): Versenyképesség iparágak szintjén - a globalizáció tükrében, PhD disszertáció, 95. o. http://phd.lib.uni-corvinus.hu/162/1/czako_erzsebet_hun.pdf , Letöltve: 2017 július 3-án
25. CZAKÓ (2004): Miért versenyképesek a hazai vállalati versenyképesség kutatások - áttekintés az EU versenyképesség felfogása alapján, <http://real.mtak.hu/4458/1/1110233.pdf> Letöltve: 2018. október 22-én
26. CSATH M. (2006): A kis- és közepes vállalkozások mint a versenyképesség növelésének főszereplői. Valóság. 2006/5.
27. CSATH M. (2013): A magyar versenyképesség és "puha tényezői" I-VI. <http://www.valosagonline.hu/index.php?oldal=cikk&cazon=1107&lap=0> Letöltve 2017 augusztus 7-én

28. CSATH M. (2014): Versenyképesség, in: Közgazdaságtan – Társadalomgazdaságtan, makroökonómiai alapok, szerk. Csath Magdolna (DSc.), Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Budapest, ISBN 978-615-5491-41-2, pp. 147-163
29. CSATH M. (2015): Rendszerváltás a gazdaságban, avagy hogyan tűnt el a magyar ipar? Budapest, Kairosz, ISBN 978 963 662 783 7 pp 149-150
30. CSATH M. (2017): „Gazdasági növekedés, társadalmi fejlődés és fenntarthatóság” c. előadás a Magyar Tudományos Akadémián, 2017. november 23-án, saját jegyzet és Fecser Zsuzsanna beszámolója, <https://www.uni-nke.hu/hirek/2017/11/24/a-novekedes-a-fejlodes-es-a-fenntarthatosag-egyensulyanak-megtalalasa-a-feladtunk>, Letöltve: 2017. december 27-én
31. CSATH M. (2018): A versenyképesség puha tényezői, elméleti megalapozás in: A versenyképesség mérés változásai és új irányai, 2018, szerk. Csath Magdolna, Dialóg Campus Kiadó, Budapest (megjelenés alatt)
32. EAFO (2018): Hydrogen filling stations, European Alternative Fuels Observatory, <http://www.eafo.eu/infrastructure-statistics/hydrogen-filling-stations> Letöltve: 2018. május 2-án
33. EEA (2013): Efficiency of conventional thermal electricity and heat production, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/efficiency-of-conventional-thermal-electricity-4> Letöltve: 2018. október 29-én
34. EEA (2017): Renewable energy in Europe - 2017 Update Recent growth and knock-on effects, 2017, European Environment Agency, ISSN 1977-8449, <https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe>
- ELECTRICITYMAP (2018): Európai országok áramtermelésének CO₂ intenzitása 2018. március 31-én 17:13-kor. Forrás: <https://www.electricitymap.org>
35. Egyip Council (2017): Egyptian Competitiveness Reports of Egyptian National Competitiveness Council, http://www.encc.org.eg/inside.php?p=temp_text&pid=102&id=28 Letöltve: 2017. március 30-án
36. EIA (2017): Energy explained, U.S. Energy Information Administration https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=oil_use Letöltve: 2017. május 24-én
37. EIB (2016): Restoring EU competitiveness - updated version, http://www.eib.org/attachments/efs/restoring_eu_competitiveness_en.pdf, Letöltve: 2017 július 3-án
38. ENERDATA (2011): World Energy Expenditure, 2011 november 28, <https://www.enerdata.net/publications/executive-briefing/world-energy-expenditures.html> Letöltve: 2017. augusztus 20-án
39. EIA (2018): Annual Energy Outlook 2018 with projections to 2050, U.S. Energy Information Administration,, February 2018, <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/AEO2018.pdf> Letöltve: 2018. április 29-én
40. ENSZ (2011): Treaties and Decisions, Ozone Secreteriat, UNEP, <http://ozone.unep.org/en/treaties-and-decisions> , Letöltve: 2017. október 26
41. ENSZ (2007): United Nations Framework Convention on Climate Change <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> Letöltve: 2017. október 26-án
42. ENSZ (2017a): The System of Environmental-Economic Accounts (SEEA), United Nations Statistics Division,

- <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/Brochure.pdf> , Letöltve: 2017. május 28-án
43. ENSZ (2017b): United Nations Framework Convention on Climate Change http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php Letöltve: 2017. október 26-án
44. ENSZ (2018): What is an "Inclusive Green Economy"? United Nations Environment Programme, <https://www.unenvironment.org/explore-topics/green-economy/why-does-green-economy-matter/what-inclusive-green-economy> Letöltve: 2018. április 2-án
45. EURACTIV (2017a): Need for a scientific basis of EU climate policy on forests, 2017. szept. 25., <http://www.euractiv.com/section/energy/opinion/need-for-a-scientific-basis-of-eu-climate-policy-on-forests/> Letöltve: 2017. október 26-án
46. EURACTIV (2017b): EU bank delays decision on mega pipeline loan, <https://www.euractiv.com/section/energy/news/eu-bank-delays-decision-on-mega-pipeline-loan/> Letöltve: 2017 december 18-án
47. EUROSERVER (2017): The State Of Renewable Energies In Europe, Edition 2017, 17th EurObserv'ER Report, ISSN 2555-0195 <https://www.euroserver.org/17th-annual-overview-barometer/> Letöltve: 2018. április 7-én
48. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2010): Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája, Európai Bizottság, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:HU:PDF> Letöltve: 2017. április 19-én
49. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2011): 2050 Energy strategy <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2050-energy-strategy> Letöltve. 2017 április 20-án)
50. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2014a): Éghajlat- és energiapolitikai keret a 2020–2030-as időszakra <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2014:0015:FIN:HU:PDF> Letöltve: 2014. március 23-án
51. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2014b): 2030 Energy Strategy <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2030-energy-strategy> Letöltve: 2017 április 20-án
52. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2014c): Study on the competitiveness of the EU Renewable Energy Industry (both products and services), ISBN 978-92-79-39410-2, <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/465ccb9f-cc6c-456e-9d87-a0e948775804> Letöltve: 2018. április 7-én
53. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2014d): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT Accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030, SWD/2014/015 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52014SC0015> Letöltve: 2018. november 1-én
54. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2016): Clean Energy For All Europeans, <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>, Letöltve: 2017. január 15-én

55. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2017a): Imports and secure supplies, Európai Bizottság, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/imports-and-secure-supplies>, Letöltve: 2017. április 19-én
56. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2017b): EU Crude Oil Imports and supply cost, Európai Bizottság, <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/eu-crude-oil-imports>, Letöltve: 2017. április 19-én
57. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2017c): Technology Readiness Level: Guidance Principles for Renewable Energy technologies Final Report, <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d5d8e9c8-e6d3-11e7-9749-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-61073523> , Letöltve: 2018. október 21-én
58. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2017d): Environmental economy - employment and growth, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Environmental_economy_-_employment_and_growth , Letöltve: 2018. április 7-én
59. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2017e): Renewable Energy Progress Report, 2017, European Commission, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0057&qid=1488449105433&from=EN> Letöltve: 2018. április 7-én
60. EURÓPAI BIZOTTSÁG (2018): Energy efficiency first: Commission welcomes agreement on energy efficiency, 2018, European Commission, http://europa.eu/rapid/press-release_STATEMENT-18-3997_en.htm Letöltve: 2018. október 11-én
61. EUROPAI TANÁCS (2011): European Council, Conclusions http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/119175.pdf, Letöltve: 2017. április 20-án
62. EUROSTAT (2017a): Energy consumption in 2015, Newsrelease, 20 February 2017, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7882431/8-20022017-AP-EN.pdf/4f3e5e6a-5c1a-48e6-8226-532f08e3ed09> Letöltve: 2017. augusztus 25-én
63. EUROSTAT (2017b): Energy technologies patent applications to the EPO by priority year, <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/setupModifyTableLayout.do> Letöltve: 2018. október 18-án
64. EUROSTAT (2018): SHARES - SHort Assessment of Renewable Energy Sources, Eurostat, Energy from renewable sources <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares> Letöltve: 2018. március 27-én
65. EPA (2017): Summary of the Clean Air Act, United States Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-air-act>, Letöltve: 2017 július 13-án
66. EXECUTIVE ORDER (1983): 12428 - President's Commission on Industrial Competitiveness <http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=41529> Letöltve: 2017 május 1-jén
67. EY (2018): Renewable energy country attractiveness index, Recai, 2018, Issue 51, <https://www.ey.com/gl/en/industries/power---utilities/ey-renewable-energy-country-attractiveness-index-methodology-2018> Letöltve: 2018. június 10-én
68. FEHÉR HÁZ (2014): Securing American Energy, <http://www.whitehouse.gov/energy/securing-american-energy> Letöltve: 2014. március 23-án

69. FEHÉR HÁZ (2017): Presidential Executive Order on Promoting Energy Independence and Economic Growth <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/03/28/presidential-executive-order-promoting-energy-independence-and-economy-1> Letöltve: 2017 május 8-án.
70. FOGARASSY Cs. (2009): Karbongazdaságtan, Gödöllő, http://klimatanacs.szie.hu/sites/default/files/Karbongazdas%C3%A1gtan_2011_V2_0.pdf Letöltve: 2017 augusztus 21-én
71. FRANTA B. (2018) On its 100th birthday in 1959, Edward Teller warned the oil industry about global warming, <https://www.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-percent/2018/jan/01/on-its-hundredth-birthday-in-1959-edward-teller-warned-the-oil-industry-about-global-warming>, Letöltve: 2018. január 3-án
72. FRAUNHOFER (2018): Photovoltaics Report, <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf> Letöltve: 2018. március 31-én
73. FRIENDS OF EUROPE (2016): Shifting Geopolitics of Energy - Winners & Losers, Brussels, May 2016, <http://www.friendsofeurope.org/media/uploads/2016/05/JAPAN-booklet.pdf> Letöltve: 2017. április 26-án
74. GLOBAL FEDERATION OF COMPETITIVENESS COUNCILS (2017): Competitiveness and Our Sustainable Future http://www.thegfcc.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/11/GFCC-2017-Principles_e.pdf Letöltve: 2018. április 1-jén
75. GLOBALISATION COUNCIL (2009): Beyond the Crisis – How Sweden Can Succeed in the New Global Economy, <http://www.government.se/49b731/contentassets/2cea5abac6044c8fa8c519bbf5b4e225/beyond-the-crisis.-how-sweden-can-succeed-in-the-new-global-economy-200921> 66. o. ISSN 0284-6012, Letöltve: 2017. április 1.
76. GRAHAM I. (2017): Carbon schemes around the world, Australian Energy Council, <https://www.energycouncil.com.au/analysis/carbon-schemes-around-the-world/> Letöltve: 2018. január 13-án
77. GRI (2018): GRI Sustainability Reporting Standards, <https://www.globalreporting.org/information/about-gri/Pages/default.aspx> Letöltve: 2018. április 2-án
78. GTCI (2018): GTCI 2018, Talent diversity to fuel the future of work, <https://gtcistudy.com/> Letöltve: 2018. június 3-án
79. HARVARD BUSINESS SCHOOL (2017): Competitiveness & Economic Development, <http://www.isc.hbs.edu/competitiveness-economic-development/Pages/default.aspx> Letöltve: 2017. augusztus 19-én
80. HARTMAN B. et al. (2017): Multi-criteria revision of the Hungarian Renewable Energy Utilization Action Plan – Review of the aspect of economy, (szerzők: Bálint Hartmann, Endre Börcsök, Veronika Oláhné Groma, János Osán, Attila Talamon, Szabina Török, Márk Alföldy-Boruss), Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, Volume 80, December 2017, pp. 1187-1200, ISSN: 1364-0321
81. HELM S. et al (2014): Renewable Energy Technology: Evolution and Policy Implications - Evidence from Patent Literature, Global Challenges Report, World Intellectual Property Organisation, http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gc_3.pdf , Letöltve: 2018. március 26-án

82. HSU, A. et al. (2016): 2016 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale University. http://epi.yale.edu/sites/default/files/2016EPI_Full_Report_opt.pdf Letöltve: 2017 július 5-én
83. ICAP (2017): Emissions Trading Worldwide, International Carbon Action Partnership Status Report 2017, https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=447 Letöltve: 2018. február 10-én
84. ICCT (2018): Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions, International Council on Clean Transportation, https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/EV-life-cycle-GHG_ICCT-Briefing_09022018_vF.pdf Letöltve: 2018. május 2-án
85. IEA (2013a): Redrawing the Energy Map, World Energy Outlook Special Report, 10 June 2013, p 98, http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_Special_Report_2013_Redrawing_the_Energy_Climate_Map.pdf Letöltve: 2017. május 23-án
86. IEA (2013b): Redrawing the Energy Map, World Energy Outlook Special Report, 10 June 2013, p 98, http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_Special_Report_2013_Redrawing_the_Energy_Climate_Map.pdf Letöltve: 2017. május 23-án
87. IEA (2014): Technology Roadmap Solar Photovoltaic Energy 2014 edition, Letöltve 2017. december 28-án https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapSolarPhotovoltaicEnergy_2014edition.pdf
88. IEA (2016): World Energy Outlook 2016 Executive Summary, 2016 november, ISBN: 978 92 64 24365 <http://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2016SUM.pdf> Letöltve: 2017 július 8-án
89. IEA (2017a): Key World Energy Statistics, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf> Letöltve: 2018. március 31-én
90. IEA (2017b): World Energy Outlook 2017 to include focus on China's energy outlook and the natural gas revolution, 2017 március 23, <https://www.iea.org/newsroom/news/2017/march/world-energy-outlook-2017-to-include-focus-on-chinas-energy-outlook-and-the-natu.html>, Letöltve: 2017. július 8-án
91. IEA (2018): Tracking clean energy innovation progress, 2018. augusztus 9, <https://www.iea.org/tcep/innovation/> Letöltve: 2018. október 21-én
92. IMD (2016): World Competitiveness Yearbook 2016, Executive Summary, IMD World Competitiveness Center, An exclusive report specially prepared for our panel of experts
93. IMD (2018a): IMD World Competitiveness Center, <http://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center/> és <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-mission/methodology/> Letöltve: 2018 június 9-én
94. IMD (2018b): Methodology and Principles of Analysis, <https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/release-2018/methodology-and-principles-wcc-2018.pdf>, Letöltve: 2018. november 1-jén

95. IMO (2017): Air Pollution, Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions, International Maritime Organization, <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Default.aspx> Letöltve: 2017 július 13-án
96. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (2017): The Wellbeing of Nations at a Glance, <http://cmsdata.iucn.org/downloads/wonback.pdf>, Letöltve: 2017 július 5-én
97. IPCC (2015): Task Force on National Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/find_ef_s1.php#frmFuel Letöltve: 2018. március 26-án
98. IRENA (2017a): Solar PV Costs 2010-2015, <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=3&subTopic=32> Letöltve: 2017. december 28-án
99. IRENA (2017b): Levelised Cost of Electricity 2010- 2016 <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=3&subTopic=1057> Letöltve: 2017. december 28-án
100. IRENA (2017c): Innovation Outlook, Advanced Liquid Biofuels, ISBN978-92-95111-52-3, <https://www.irena.org/publications/2016/Oct/Innovation-Outlook-Advanced-Liquid-Biofuels> Letöltve: 2017. december 28-án
101. IRENA (2017d): Renewable Energy Statistics 2017, ISBN 978-92-9260-033-4 <http://www.irena.org/publications/2017/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2017> Letöltve: 2018. március 29-én
102. IRENA (2017e): Renewable Energy and Jobs - Annual Review 2017, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, ISBN: 978-92-9260-027-3, <http://www.irena.org/publications/2017/May/Renewable-Energy-and-Jobs--Annual-Review-2017> Letöltve: 2018. április 7-én
103. IRENA et al. (2017): Cost-Competitive Renewable Power Generation: Potential across South East Europe, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN 978-92-95111-14-1, Letöltve: 2017. November 5-én
104. JÁMBOR A. (2016): A mezőgazdasági versenyképesség és az élelmezésbiztonság globális kérdései, MTA Doktori Értekezés, <https://mta.hu/esemenynaptar/2018-09-26-jambor-attila-a-mezogazdasagi-versenykepessseg-es-az-elelmiszerbiztonsag-globalis-kerdesei-2236> Letöltve: 2018. október 22-én
105. JÁSZAY T. (2017): Changing customer behavior from a modern energy company perspective, 2017, http://rekk.hu/downloads/events/Changing%20customer%20behavior%20from%20a%20modern%20energy%20company%20perspective_JT.pdf Letöltve: 2017 október 26-án
106. KÁPOSZTA J. (2007): Regionális Gazdaságtan, Debrecen, ISBN 978-963-9732-76-6, http://www.mtk.nyme.hu/fileadmin/user_upload/gazdasag/Letoeltések/34-Regionalis_gazdasagtan.pdf pp 101, Letöltve: 2017 augusztus 21-én
107. KÁROLI G. (1590): Máté evangéliuma 25. Ford.: Károli Gáspár, in: Biblia
108. KILISEK R. (2014): Energy ‘Policy Costs’ Impact Japan’s International Competitiveness, March 10, 2014, <http://breakingenergy.com/2014/03/10/energy-policy-costs-impact-japans-international-competitiveness/> Letöltve: 2017. április 26

109. KOVARIK W. (2008): Ethanol's first century, Fuel blending and substitution programs in Europe, Asia, Africa and Latin America, Radford University, USA, Paper to the XVI International Symposium On Alcohol Fuels, <https://web.archive.org/web/20081211155356/http://www.runet.edu/~wkovarik/papers/International.History.Ethanol.Fuel.html> Letöltve: 2017. december 28-án
110. KRUGMAN P. (1994): Competitiveness- A Dangerous Obsession, Foreign Affairs, March/April 1994, volume 73, number 2, <http://www.pkarchive.org/global/pop.html>, Letöltve: 2017 június 20-án
111. KRUGMAN P. (2011): Competitiveness, New York Times, 2011, <https://krugman.blogs.nytimes.com/2011/01/22/competitiveness/> Letöltve: 2017. június 20-án
112. LACZÓ (2008): Bioüzemanyagok előállításnak lehetőségei Magyarországon, Környezettudományi Központ, Budapest, <http://www.ktk-ces.hu/biouzemanyag.pdf> Letöltve: 2017. december 28-án
113. LAZARD (2017): Lazard's levelized cost of energy analysis - version 11.0 Lazard Frères & Co. LLC, <https://www.lazard.com/media/450337/lazard-levelized-cost-of-energy-version-110.pdf> Letöltve: 2017 november 7-én
114. LENGYEL I. (2003): Verseny és területi fejlődés. JATE PRes. Szeged
115. MAGAGNA et al. (2016): JRC Ocean Energy Status Report 2016 Edition, ISSN 1831-9424, <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104799/kj1a28407enn.pdf> Letöltve: 2018. május 3-án
116. Magyarország Kormánya (2017): A Kormány célja a versenyképesség növelése, <http://www.kormany.hu/hu/nemzetgazdasagi-miniszterium/videok/a-kormany-celja-a-versenykepesseg-novelese> Letöltve: 2017. április 1-jén
117. MAJOR K. (2017): Macroeconomic impact of Pannonia Ethanol in Hungary, HÉTFA Kutatóintézet és Elemző Központ, 2016, <http://www.pannoniaethanol.com/Uploads/Studies/2016-Pannonia-Economic-Impact-Assessment.pdf> Letöltve: 2017. december 28-án
118. MARTEWICZ M. (2017): Poland Sees Trump Visit Catalyst to Cut Russian Gas Reliance, Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-04/poland-seeks-trump-visit-catalyst-to-cut-reliance-on-russian-gas> Letöltve: 2017. július 8-án
119. MEKH-MAVIR (2016): A Magyar Villamosenergia-Rendszer (Ver) 2016. Évi Adatai http://mavir.hu/documents/10258/107818/MEKH+MAVIR+STATISZTIKAI+KIADV%C3%81NY_2016.pdf/7d41cd0d-35b1-4218-b564-a50ed5370155 Letöltve 2018. október 29-én
120. MEZŐSI et al. (2017): Meg-megújuló statisztikák, REKK Policy Brief, 01/2017, http://rekk.hu/downloads/academic_publications/rekk_policybrief_hu_2017_01.pdf Letöltve: 2018 március 26-án
121. MOL Nyrt. (2017): Mol Group included in the Dow Jones Sustainability Index <https://molgroup.info/hu/media-centre/press-releases/3510-mol-group-included-in-the-dow-jones-sustainability-index> Letöltve: 2017. július 7-én

122. MTA (2010): Megújuló energiák hasznosítása, szerk.: Lovas Rezső, Magyar Tudományos Akadémia, 2010 ISBN 978-963-508-599-6; p. 24.
123. NASA (2012): Technology Readiness Level, https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html, Letöltve: 2018. október 21-én
124. NATIONAL COMPETITIVENESS COUNCIL (2006): Annual Competitiveness Report 2006, <http://www.competitiveness.ie/Publications/2006/Annual-Competitiveness-Report-2006-Volume-One-Benchmarking-Ireland%E2%80%99s-Performance1.pdf> Letöltve: 2017. április 1.
125. NATIONAL COMPETITIVENESS Council (2016a): Review of Competitiveness Frameworks, March 2016, <http://www.competitiveness.ie/Publications/2016/Review%20of%20Competitiveness%20Frameworks%20.pdf>, Letöltve: 2018. április 27-én
126. NATIONAL COMPETITIVENESS COUNCIL (2016b): Ireland's Competitiveness Challenge 2016, <http://www.competitiveness.ie/Publications/2016/Competitiveness-Challenge-2016-NCC1.pdf> Letöltve: 2018. április 27-én
127. NEW ECONOMICS FOUNDATION (2017): Happy Planet Index, <http://happyplanetindex.org/> Letöltve: 2017. július 5-én
128. NFM (2012): Nemzeti Energiastratégia 2030, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, ISBN 978-963-89328-1-5
129. NFM (2016a): Környezeti És Energiahatékonysági Operatív Program, https://www.palyazat.gov.hu/az_europai_bizottsag_atal_elfogadott_operativ_programok_2014_20 Letöltve: 2018. június 12-én
130. NFM (2016b): 55/2016. (XII. 21.) NFM rendelet a megújuló energiát termelő berendezések és rendszerek beszerzéséhez és működtetéséhez nyújtott támogatások igénybevételének műszaki követelményeiről, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1600055.NFM&searchUrl=/gyorske reso%3Fpagenum%3D33> Letöltés dátuma: 2018. október 29.
131. NGM (2019): Irinyi Terv - Az Innovatív Iparfejlesztés Irányainak Meghatározásáról, Nemzetgazdasági Minisztérium, 2016
132. NKE (2014): A Jó Állam Mérhetősége, Jó Állam Kutatóműhely Árop-2.2.21-001 „Tudásalapú Közszolgálati Előmenetel”, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, ISBN 978-615-5305-78-8)
133. NKE (2017): Jó Állam Jelentés, 2017, szerk. Dr. Kaiser Tamás, ISSN 2498-7476, Dialóg Campus Kiadó, <https://akfi.uni-nke.hu/jo-allam-jelentes/jo-allam-jelentesek/jo-allam-jelentes-2017> Letöltve: 2018. április 29-én
134. NRE Ministry (2016): Annual Report 2015-2016, Ministry of New and Renewable Energy, http://mnre.gov.in/file-manager/annual-report/2015-2016/EN/Chapter%201/chapter_1.htm, Letöltve: 2017. május 6-án
135. OIL CHANGE INTERNATIONAL (2017): Talk is Cheap: How G20 Governments are Financing Climate Disaster, http://priceofoil.org/content/uploads/2017/07/talk_is_cheap_G20_report_July_2017.pdf Letöltve: 2017. július 5-én
136. PLOMP et al. (2015): Refinery Emissions from a Competitive Perspective, ECN-E--15-003 <https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--15-003> Letöltve: 2017 július 13-án

137. PORTER M. E. (1990): The Competitive Advantage of Nations, The Free Press, New York, ISBN 0-02-925361-6
138. PORTER M. E. (1993): Versenystratégia. Akadémiai Kiadó, Budapest
139. PRI (2017): What is responsible investment? Principles for Responsible Investment, <https://www.unpri.org/about/what-is-responsible-investment> Letöltve: 2017. október 22-én
140. PWC (2015): Renewable energy's transformation of the Indian electricity landscape, November 2015, <http://www.pwc.in/assets/pdfs/publications/2015/renewable-energys-transformation.pdf> Letöltve: 2017 május 6-án
141. REKK (2013): Atomerőművi beruházások üzleti modelljei és várható megtérülésük, Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont Budapest, http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/1434/1/rekk_atom_megterules.pdf Letöltve: 2018. április 3-án
142. REN21 (2016): Renewables 2016, Global Status Report, Ren21 Secretariat, 2016, ISBN 978-3-9818107-0-7, http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf, Letöltve: 2017 április 26-án, pp 21
143. ROBECOSAM (2015): Measuring Country Intangibles, Robecosam's Country Sustainability Ranking, <http://www.robecosam.com/images/Country-Sustainability-Paper-en.pdf> Letöltve: 2017. július 7-én
144. ROBECOSAM (2017a): Corporate Sustainability, <http://www.robecosam.com/en/sustainability-insights/about-sustainability/corporate-sustainability-assessment/index.jsp> Letöltve: 2017 július 7-én
145. ROBECOSAM (2017b): Corporate Sustainability Assessment, DJSI 2017, <http://www.robecosam.com/images/sample-questionnaire-diversified-consumer-services.pdf>, Letöltve: 2017. július 7-én
146. ROTSCCHILD (2015): Economic analysis for the Paks II nuclear power project, A rational investment case for Hungarian State resources, <http://www.kormany.hu/download/a/84/90000/2015%20Economic%20analysis%20of%20Paks%20II.pdf>, Letöltve: 2017. december 12-én
147. ROZENBERG J. VOGT-SCHILB A. HALLEGATTE S. (2014): Transition to Clean Capital, Irreversible Investment and Stranded Assets. Policy Research Working Paper; No. 6859. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18343> License: CC BY 3.0 IGO. Letöltve: 2017. május 25-én
- SZALAVETZ A. (2004): A gazdasági versenyképesség erősítése. MTA Világgazdasági Kutatóintézet. Kihívások. 177. sz., 2004. október, 1-2. o.
148. SCHWAB K. World Economic Forum, The Global Competitiveness Report 2016–2017, Geneva, 2016, ISBN-13:978-1-944835-04-0, http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf, Letöltve: 2017. május 28-án
149. SCHRAAD-TISCHLER et al. (2017): Social Justice in the EU - Index Report 2017, Bertelsmann Stiftung https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/NW_EU_Social_Justice_Index_2017.pdf Letöltve: 2017. május 28-án

150. SCIENCE ON THE STREETS (2017): James Blythe, http://scienceonstreets.phys.strath.ac.uk/new/James_Blyth.html, Letöltve: 2017. december 1-jén
151. SOLABILITY (2017): The Sustainable Competitiveness Report, 5th edition, SolAbility Sustainable Intelligence, <http://solability.com/solability/sustainability-publications/the-global-sustainable-competitiveness-index-2> Letöltve: 2017 július 3-án
152. SORREL (2009): Jevons' Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency, Energy Policy 37 (2009) 1456–1469, Elsevier
153. SUSTAINABLE SOCIETY FOUNDATION (2016): Sustainable Society Index, <http://www.ssfindex.com/ssi/ssi-2016/> Letöltve: 2017 július 5-én
154. STERN (2006): Stern Review: The Economics of Climate Change, 2006, http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100407172811/http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm Letöltve: 2017 november 20-án
155. SEMBERY (2004): Hagyományos és megújuló energiák, pp. 530, ISBN 978 963 9736 76 4
156. SOMOGYI M. (2009): A Vállalati Versenyképesség Modellje (VVM) mint a vállalati versenyképesség mérésének új módszere, Ph.D-értekezés, Miskolc, http://193.6.1.94:9080/JaDoX_Portlets/documents/document_5634_section_1507.pdf Letöltve: 2017. augusztus 19-én
157. SORENSEN (2004): Renewable Energy, Its physics, engineering, use, environmental impacts, economy and planning aspects, Third Edition, Elsevier Academic Press, ISBN: 0-12-656153-2
158. SZELÉNYI L. (1993): Többváltozós módszerek. In Biometriai módszerek és alkalmazásai Minitab programcsomaggal. (Szerk. Harnos Zsolt, Gödöllő, 1993.) 163-184 pp.
159. SZELÉNYI L. (2002): Többváltozós gazdasági problémák statisztikai elemzése, Főkomponens analízis, Klaszteranalízis. In: Szűcs I. (szerk.): Alkalmazott statisztika. Agroiinform Kiadó, Budapest, 405-447. old. és 496-510 old. 551 old.
160. SZÉCHENYI I. (1830): Hitel, Budapest
161. SZENTES T. (2005): Világgazdaságtan, Aula Kiadó. Budapest. 236. o
162. THE GUARDIAN (2017a): China to invest £292bn in renewable power by 2020, 2017, január 5, <https://www.theguardian.com/business/2017/jan/05/china-invest-renewable-fuel-2020-energy> Letöltve: 2017 május 6-án
163. THE GUARDIAN (2017b): World Bank to end financial support for oil and gas extraction, <https://www.theguardian.com/business/2017/dec/12/uk-banks-join-multinationals-pledge-come-clean-climate-change-risks-mark-carney> Letöltve: 2017. december 18-án
164. TÓTH L. (2004): Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó Ház, ISBN 963973676-7
165. TÓTH L. (2011): Települési Energetika, Szent István Egyetem, https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Telepules_energetika/ch12s03.html Letöltve: 2018. április 30-án

166. TRABOLD H. (1995): Die internationale Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft, Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, ISSN 0340-1707, Duncker & Humblot, Berlin, Vol. 64, Iss. 2, pp. 169-185 https://www.econstor.eu/bitstream/10419/141088/1/vjh_v64_i02_pp169-185.pdf Letöltve: 2017 július 3-án)
167. US Council (2017): The U.S. Council on Competitiveness <http://www.compete.org/programs/compete-energy-manufacturing/aemc> Letöltve: 2017. március 30-án
168. VARGA É. (2017): Az élelmiszer-gazdaság külkereskedelme XX. évfolyam 3. szám, 2017, Agrárgazdasági Kutató Intézet, ISSN 1418 2130, http://repo.aki.gov.hu/2393/1/Agr%C3%A1rk%C3%BCIkereskedelem_2016_12.pdf, Letöltve: 2017. december 28-án
169. VARGA J. (2014): A versenyképesség többszintű értelmezése és az innovációval való összefüggései, doktori értekezés, Gödöllő, <http://archivum.szie.hu/?docId=14127> Letöltve: 2017 július 3-án
170. VILÁGBANK (2014): Energy use (kg of oil equivalent per capita), IEA Statistics, OECD/IEA 2014, <http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE?locations=US-DE-HU-MG-ZW> , Letöltve: 2017. augusztus 20.
171. VILÁGBANK (2016): What is competitiveness? <https://www.weforum.org/agenda/2016/09/what-is-competitiveness/> Letöltve 2017. augusztus 19-én
172. VILÁGBANK (2017): Doing Business 2017, Equal Opportunity for All, International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington, 978-1-4648-0984-2, <http://www.doingbusiness.org/~media/WBG/DoingBusiness/Documents/Annual-Reports/English/DB17-Report.pdf> Letöltve: 2017. Május 28-án
173. VILÁGBANK (2018a): Global Wind Atlas, <https://globalwindatlas.info/>, Letöltve: 2018. április 30-án
174. VILÁGBANK (2018b): Global Solar Atlas, <https://globalsolaratlas.info/> Letöltve: 2018. április 30-án
175. WEC (2013): Indicators, <http://www.wec-indicators.enerdata.eu/> Letöltve: 2017. március 26-án
176. WEC (2017): World Energy Trilemma Index 2017, <https://www.worldenergy.org/publications/2017/world-energy-trilemma-index-2017-monitoring-the-sustainability-of-national-energy-systems/> Letöltve: 2018. március 26-án
177. WEF (2013): Manufacturing for Growth - Strategies for Driving Growth and Employment, http://www3.weforum.org/docs/WEF_ManufacturingForGrowth_ReportVoll_2013.pdf Letöltve: 2017 április 23-án, pp 43-47
178. WEF (2015): Assessing Progress toward Sustainable Competitiveness, http://www3.weforum.org/docs/GCR2014-15/GCR_Chapter1.2_2014-15.pdf Letöltve: 2017. július 7-én
179. WEF (2017a): The Global Risks Report 2017 12th Edition, ISBN: 978-1-944835-07-1 http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf pp 5, Letöltve 2017 július 7-én)
180. WEF (2017b): Global Energy Architecture Performance Index Report 2017, <https://www.weforum.org/reports/global-energy-architecture-performance-index-report-2017> Letöltve: 2018. november 1-jén

181. WEF (2016): The Global Competitiveness Report, [:http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf) Letöltve: 2018. november 1-jén
182. WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANISATION, World Intellectual Property Indicators 2017, ISBN: 978-92-805-2903-6
183. WORLD NUCLEAR ASSOCIATION (2011): Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/comparison_of_lifecycle.pdf Letöltve: 2018. március 31-én
184. WORLD RESOURCES Institute (2017): Greenhouse Gas Protocol <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools> Letöltve: 2018. március 31-én
185. YOUNG J. (1985): Report of the President's Commission on Industrial Competitiveness, U.S. Government printing Office, Washington, 1985. március 5., <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=pur1.32754066835715;view=1up;seq=12> Letöltve: 2017 május 1-jén

Hivatkozott EU-s jogszabályok

1. 2001/77/EK Irányelv: Az Európai Parlament és a Tanács 2001/77/EK irányelve (2001. szeptember 27.) a belső villamosenergia-piacon a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatásáról
2. 2003/30/EK Irányelv: A közlekedési ágazatban a bioüzemanyagok, illetve más megújuló üzemanyagok használatának előmozdításáról szóló, 2003. május 8-i 2003/30/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv
3. 2003/87/EK Irányelv: Az Európai Parlament és a Tanács 2003/87/EK irányelve (2003. október 13.) az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei Közösségen belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról és a 96/61/EK tanácsi irányelv módosításáról (EGT vonatkozású szöveg)
4. 2004/109/EK Irányelv 2009/28/EK Irányelv: Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK Irányelv: Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg)
5. 2009/30/EK Irányelv: A benzinre, a dízelolajra és a gázolajra vonatkozó követelmények, illetőleg az üvegházhatású kibocsátott gázok mennyiségének nyomon követését és mérséklését célzó mechanizmus bevezetése tekintetében a 98/70/EK irányelv módosításáról, a belvízi hajókban felhasznált tüzelőanyagokra vonatkozó követelmények tekintetében az 1999/32/EK irányelv módosításáról, valamint a 93/12/EGK irányelv hatályon kívül helyezéséről
6. 2010/31/EU Irányelv: Az épületek energiahatékonyságáról
7. 2012/27/EU Irányelv: Az energiahatékonyságról
8. 2012/33/EU Irányelv: Az Európai Parlament És A Tanács 2012/33/EU Irányelve (2012. november 21.) az 1999/32/EK tanácsi irányelvnek a tengeri hajózásban használatos tüzelő- és üzemanyagok kéntartalma tekintetében történő módosításáról, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012L0033&from=EN> Letöltve: 2017 július 13-án

9. 2014/95/EU Irányelv: Az Európai Parlament és a Tanács 2014/95/EU irányelve (2014. október 22.) a 2013/34/EU irányelvnek a nem pénzügyi és a sokszínűséggel kapcsolatos információknak bizonyos nagyvállalkozások és vállalatcsoportok általi közzététele tekintetében történő módosításáról <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32014L0095>
Letöltés dátuma: 2018. április 2.
10. 2016/2284 Irányelv: Az Európai Parlament És A Tanács (Eu) 2016/2284 Irányelve (2016. december 14.) egyes légköri szennyező anyagok nemzeti kibocsátásainak csökkentéséről, a 2003/35/EK irányelv módosításáról, valamint a 2001/81/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2284&from=EN> Letöltve: 2017 július 13-án)

M2. - ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A szakirodalmi feldolgozás és az eredmények bemutatásának logikai vázlata.	11
2. ábra: A különböző energiaforrások használatának aránya az emberiség történelmében.	15
3. ábra: A különböző energiaforrások használatának aránya 1900 óta, illetve előrejelzés 2040-ig.	16
4. ábra: A fosszilis energiahordozók igazolt készleteinek földrajzi megoszlása.	20
5. ábra Európai országok áramtermelésének CO ₂ intenzitása 2018. március 31-én 17:13-kor.	21
6. ábra: Nashtifan 2500 éves szélmalma és egy modern, 80 m hosszú turbinalapátú szélerőmű.	26
7. ábra: A napelemmodulok tanulási árgörbéje.	29
8. ábra: A versenyképesség piramis-konceptiója.	41
9. ábra: A fenntartható versenyképesség piramisa.	56
10. ábra: Az LCOE számítás képlete.	90
11. ábra: További, költséghatékony megújuló energia potenciál a Dél-Kelet-Európai régióban.	92
12. ábra: Az EU-28 megújuló közlekedési energia felhasználásának alakulása ktoe-ben.	173
13. ábra: Az EU-28 megújuló fűtési és hűtési energia felhasználásának alakulása ktoe-ben.	174
14. ábra: Az EU-28 összes megújuló energia felhasználásának alakulása ktoe-ben.	175
15. ábra: A megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó technológiák szabadalmi bejegyzésének trendjei.	97
16. ábra: A European Patent Office-hoz benyújtott, energiatechnológiákra vonatkozó szabadalmi bejegyzések számának alakulása.	98
17. ábra: Megújuló energia szektor munkahelyei az EU-ban (30.000 fő feletti foglalkoztató országok).	103
18. ábra: Az EU-28 megújuló energia szektorai foglalkoztatotti megoszlása.	103
19. ábra: Európa széltérképe 100 m-es magasságban.	105
20. ábra: Európa napsugárzási térképe.	105
21. ábra: Az EU-28 megújuló fűtési és hűtési energia felhasználásának alakulása energiamennyiségben (ktoe) és a teljes hőenergia arányában.	107
22. ábra: Az EU-28 megújuló villamosenergia felhasználásának alakulása energiamennyiségben (ktoe) és a teljes villamosenergia arányában.	109
23. ábra: Az EU-28 megújuló villamosenergia felhasználásának alakulása energiamennyiségben (ktoe), energiaforrások szerint.	109
24. ábra: A megújuló villamosenergia alapú közúti közlekedés energiafelhasználásának alakulása az EU-ban, ktoe-ben kifejezve.	113
25. ábra: A megújuló energia alapú közlekedés energiafelhasználásának alakulása az EU-ban, ktoe-ben kifejezve.	114
26. ábra: A közlekedés energiafelhasználásának és azon belül a megújuló energia alapú energiafelhasználás alakulása az EU-ban, ktoe-ben kifejezve.	115
27. ábra: Az EU-28 megújuló közlekedési energia felhasználása volumenben és részarányban.	115
28. ábra: A Föld energiaellátásának folyamatábrája.	117
29. ábra: Az EU-28 külkereskedelmi mérlegében az importenergia költségeinek alakulása, illetve megújuló energiafelhasználata 2006 és 2017 között.	120

30. ábra: Az EU-28 importenergia kiadásainak alakulása, illetve megújuló energiahasználat 2006 és 2017 között.	120
31. ábra: A vizsgált országok értékei különböző kompozitmutatók szerint.....	126
32. ábra: A vizsgált országok szórásgörbéje.	128
33. ábra: A főkomponensek törmelék grafikonja.....	132
34. ábra: Az EU-28 országok ábrázolása, kiugró értékeket keresve (Outlier-ábra).	133
35. ábra: Az EU-28 országok klaszteranalízisével alkotott dendrogram.....	135

M3. - TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

112. táblázat: Különböző energiaforrások CO₂ egyenértéke.
13. táblázat: A nemzeti versenyképesség szakirodalmának fő alakjai és kulcstémáik.
314. táblázat: A versenyképességet alkotó tényezők és a megújuló energiaforrások hasznosításának közvetlen és közvetett összefüggései.
415. táblázat: A WEF Energia Architektúra Teljesítmény Indexének szempontrendszer.
516. táblázat: Az energetikai teljesítmény közvetlen hatása a versenyképességi helyezésekre.
617. táblázat: Az IEA és a BP előrejelzéseinek fő elemei
718. táblázat: A Dél-Kelet-Európai régióban költséghatékonyan megvalósítható további megújuló energia beruházások.
819. táblázat: Megújuló energia technológiák teljes elektromos áram előállítási költsége, több szakirodalmi forrás szerint.
20. táblázat: Megújuló energia hasznosítási technológiák TRL-szerinti besorolása.
10. táblázat: Az IEA által azonosított innovációs célterületek a dekarbonizáció érdekében
11. táblázat: Az IEA által azonosított innovatív dekarbonizációs technológiák a hagyományos energiahordozók terén
12. táblázat: Különböző hajtásláncok energiafogyasztásának összehasonlítása kWh/100 km-re vetítve
13. táblázat: A vizsgált kompozitmutatók módszertani jellemzői
21. táblázat: A vizsgált országok kompozitmutatójának pontszámai
15. táblázat: A vizsgált országok kompozitmutatójának sztenderdizált pontszámai
16. táblázat: Az energetikai teljesítmény a kompozitmutatók módszertanában
17. táblázat: A vizsgálat megfigyelési változói
18. táblázat: A megújuló energiaforrások a versenyképességi elméletekben és a gyakorlatban alkalmazott mérési módszerek
- M.1. táblázat: Magyarország megújuló energia felhasználási részarányai 2004 és 2016 között %-ban, két különböző tüzipaszámítási módszertannal.

M4. - AZ EURÓPAI UNIÓ MEGÚJULÓ ENERGIA POLITIKÁJÁNAK VERSENYKÉPESSÉGI ELEMZÉSE

Az Európai Unió megújuló energiák iránti elköteleződése 1997 óta tart, azaz több mint húsz éve folyamatosan hatályban vannak szabályozási és pénzügyi ösztönzők a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése céljából. Joggal merülhet fel a kérdés, hogy húsz év intenzív támogatáspolitikára sikerült-e elérni a célkitűzéseket? Célkitűzések alatt érthetőek a konkrétan kitűzött részarány-célok is, azonban azoknál fontosabb az, hogy a célul kitűzött stratégiai irányba sikerült-e elmozdulni, és közelebb került-e az EU a tiszta, diverzifikált, biztonságos energiakosár felé? Járt-e többlet munkahelyteremtéssel az elmozdulás, és vannak-e pénzügyi pozitívumai a két évtizedes akciónak?

Elsőként a szabályozási eszközök kerülnek bemutatásra, utána a támogatási politikák, majd mindezek eredményessége.

A korábbiakban megismertett európai uniós stratégiai célkitűzések végrehajtásának elsődleges záloga a jogszabályi intézkedések intézménye. A legfontosabb szabályozási intézkedések a következőkben olvashatók.

Megújuló Energia Irányelv

Az Európai Unió általános eszköze a megújuló energiaforrások használatának növelésére a jogszabályi keretrendszer alkalmazása. A legfőbb jogszabály a 2009-ben elfogadott, a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról szóló 2009/28/EK Irányelv (RES Irányelv). A RES Irányelv átvette a 2001-es (2001/77/EK) és 2003-as (2003/30/EK) irányelveket, amelyek a villamosenergia, illetve a közlekedési szektoron belül ösztönözték a megújuló energia használat végső energia felhasználásának egyötödét megújuló energiaforrásból kell biztosítani, ezen belül a közlekedési szektornak pedig a felhasznált energia egytizedét kell megújuló energiaforrásokkal biztosítani.

A RES Irányelv meghatározta, hogy 2020-ra az Unió végső energia felhasználásának egyötödét megújuló energiaforrásból kell biztosítani, ezen belül a közlekedési szektornak pedig a felhasznált energia egytizedét kell megújuló energiaforrásokkal biztosítani. Minden ország számára egyedi, minimálisan elérendő megújuló energia részarányt határozott meg 2020-ra, illetve a folyamatos növekedést biztosítandó, néhány köztes évre is.

Az uniós 20%-os célkitűzéshez tehát minden ország különböző mértékben járul hozzá, Magyarország és Belgium számára például 13%-os részarány, Románia részére 24%-os cél, Dániára pedig 30%-os arány lett meghatározva. A célok meghatározásánál egyrészt az aktuális részarány, másrészt a gazdasági teherbíró képesség játszott szerepet. Románia a fafűtés és vízenergia révén már 2005-ben 17,8%-ban megújuló energiaforrásokat használt, így számára a 24%-os cél indokoltnak tűnt, Belgium viszont 2005-ben csak 2,2%-os részarányal bírt, így számára a 13%-os cél kellően megterhelő. A közlekedési 10%-os részarány viszont minden országra egységes módon vonatkozik kiinduló állapot és teherbíró képességre való tekintet nélkül.

A RES Irányelv alapján a fenti célok elérését nemzeti cselekvési tervekben kellett rögzíteni, valamint a szükséges intézkedések meghozataláról a tagállamoknak kell gondoskodniuk. A tagállamoknak két évente jelentést kell adniuk az Európai Bizottság részére az előrehaladásról.

Az Európai Bizottság 2017-ben javaslatot tett a RES Irányelv módosítására, a 2030-as célok megállapítására, valamint a részletszabályok módosítására. Új megközelítésként csak az Európai Unió számára lenne kötelező, 27%-os megújuló energia részarány előírva, míg a tagállamok önkéntes hozzájárulásokkal biztosítanák a célkitűzés elérését. Az irányelv módosításáról tárgyalásokat folytat az Európai Bizottság, az Európai Parlament és az Európai Tanács, a kompromisszum elfogadása 2019-re várható.

Az Európai Unió legfontosabb közvetlen beavatkozási eszköze tehát az országok jogszabályi kötelezése a megújuló energiaforrások használatára. A közvetlen kötelezés mellett vannak azonban olyan jogszabályok is, amelyek közvetetten ösztönzik a megújuló energia használatot.

Üzemanyagokra vonatkozó előírások

A 2009/30/EK Irányelv az üzemanyagok minőségét, valamint ÜHG-kibocsátásának mérséklését célozza. Ennek értelmében az üzemanyagforgalmazóknak 2020 év végére 6%-kal csökkenteniük kell az általuk forgalmazott termékek energiaegységre jutó, teljes élelciklusra számított ÜHG kibocsátását. A teljesítés eszköze lehet bioüzemanyagok és az alternatív tüzelőanyagok felhasználása, vagy az olajkitermelést kísérő fáklvázás és lefuvatás csökkentése is.

A 2009/30/EK Irányelv szerinti előírás összecseng a RES Irányelv közlekedési célkitűzésével, a bioüzemanyagok használata mindkét kötelezettség teljesítésébe beleszámít. A tervek szerint újabb célkitűzés nem várható, 2020 után a RES Irányelv fogja közvetett módon befolyásolni az üzemanyagok ÜHG kibocsátását.

Energihatékonyság ösztönzése

A 2010/31/EU Irányelv az épületekre vonatkozóan tartalmaz előírásokat, különböző időközönként egyre szigorodó mértékben, hogy az európai épületállomány egyre inkább közelítsen a közel-nulla energiaigényszint teljesítése felé.

A műszaki berendezések energiateljesítményére vonatkozóan szintén van EU-s előírás, az ecodesign és az energiacímkézési irányelvek.

A 2012/27/EU Irányelv alapján az EU tagállamai 2020-ra elérendő, energiahatékonysági célkitűzéseket fogalmaznak meg és szükséges intézkedéseket írnak elő és alkalmaznak. Ilyen intézkedések lehetnek az energiahatékonysági kötelezettségi rendszerek, amelyek keretében az energiakereskedő vállalatok az általuk végfelhasználók számára értékesített energiamennyiség 1,5%-ának megtakarítását kell igazolják; vagy másik lehetőségként alternatív szakpolitikai intézkedésekkel érendő el a kívánt energiahatékonysági cél. A 2012/27/EU Irányelv fő célja, hogy az Európai Unió 2020-ra 20%-kal csökkentse energiafelhasználását egy olyan előrejelzett pályához képest, amely nem tartalmazna energiahatékonysági előírásokat. 2017-ben az Európai Bizottság erre az irányelvre is adott módosítási javaslatot a 2030-as célkitűzésekre és azok elérési módjára vonatkozóan.

Az energiahatékonysági intézkedések kapcsolata a megújuló energia célkitűzésekkel:

- Az energiafelhasználás csökkentése esetén alacsonyabb megújuló energia mennyiség is elegendő a teljes energiafelhasználáson belüli megújuló részesedés biztosításához; azaz a statisztikai célkitűzés könnyebben elérhető.
- Az épületenergetikai előírások a 2020 utáni újépítésű ingatlanokra szignifikáns (Magyarországon 25%-os) megújuló energiahányadot írnak elő.

- A megújuló energiaforrások átalakítási vesztesége kisebb, mint a nem megújuló energiaforrásoké. Az ún. primer energia átalakítási tényezők alkalmazása mutatja meg, hogy egy egységnyi felhasznált megújuló energiaforrás kevesebb elsődleges energiaforrást szücségetet. Ennek eredményeként a magasabb megújuló energia használat csökkenti a statisztikákban kimutatott primerenergia igényt, azaz a statisztikai energiamegtakarítás szempontjából jutalmazott a megújuló energia használata.

Emissziókereskedelmi Rendszer

A 2005-ben bevezetett európai emissziókereskedelmi rendszer (EU emission trading system, a továbbiakban: ETS) az Európai Unió klímapolitikájának mérföldköve és a költséghatékony ipari ÜHG kibocsátás-csökkentés kulcseleme. Összességében 17 emissziókereskedelmi rendszer működik világszerte (az európai rendszer mellett a leghíresebb a kaliforniai), ezek a globális kibocsátások több, mint 15%-át fedik le. Az ETS rendszereket működtető gazdaságok összesen a világ GDP-jének felét teszik ki, azaz a világgazdaság fele bizonyosan klímatudatos intézkedések alatt működik. (Graham, 2017) (ICAP, 2017)

Az ETS rendszerek közül az első és a legnagyobb az európai, amely több, mint 11.000 erőművet és ipari létesítményt, valamint a légiközlekedés szereplőit is magába foglalja, összesen 31 országban (az EU28 mellett Izland, Lichtenstein, Norvégia is csatlakozott a rendszerhez). A rendszer az EU ÜHG kibocsátásának ca. 45%-át lefedi. A rendszer szabályozási keretrendszerének fejlődésével önálló kereskedési időszakok zajlanak; az eddigi időszakok 2005-2007, 2008-2012, 2013-2020 között zajlottak illetve zajlanak. A negyedik kereskedési időszak 2021-2030 között lesz, a szabályrendszere kialakítása 2017-ben véglegesedett.

A rendszer hatályát a 2003/87/EK Irányelv határozza meg, amely alapján minden nagy kibocsátó létesítmény kötelező résztvevője a rendszernek: bizonyos tevékenységek és bizonyos termelési/kibocsátási szintek előírásával.

A "cap and trade" működési elv alapján meghatározásra kerül a rendszer összes kibocsátásának maximuma, vagyis az Európai Unió területén a rendszer hatálya alá tartozó tevékenységek összes legmagasabb megengedett ÜHG kibocsátási értéke. Ez az érték évről évre csökken, ezzel kerül biztosításra az, hogy a teljes emisszió csökkenjen. Átmenetileg minden feldolgozóipari létesítmény - alapvetően a saját termelési értékének megfelelő - éves ÜHG kibocsátási jogosultságot kap, azonban az áramtermelő erőművek nem kapnak ingyenes allokációt. Minden évben az előző év tényleges kibocsátásának megfelelő ÜHG-kvóta mennyiségét mindenképpen be kell szolgáltatni egy EU-s platformra. Amennyiben a tevékenységi szintben nem állt be jelentős változás, akkor a vállalatnak az éves ingyenesen megkapott kvóta feletti tényleges ÜHG-kibocsátás esetén a korábbi tartalékaiból, vagy a piacról kell gondoskodnia a visszaadásról, ugyanakkor amennyiben kevesebb ÜHG-t bocsátott ki, mint amennyi után jogosultságot kapott, akkor a megkapott kvótát tartalékolhatja, vagy szabadon kereskedhet vele. Az erőművek – mivel ingyenes kiosztásban nem részesülnek – a teljes kibocsátásuknak megfelelő kibocsátási jogosultságot a piacról kell beszerezniük. Amennyiben a kötelezettek az eladási árakba nem tudják beépíteni az ÜHG kvóták költségét, úgy át kell álljanak környezetbarátabb technológiákra, vagy meg kell szüntessék tevékenységüket.

A kibocsátási kosár évenként csökkenő mennyisége növeli a rendszerben lévő kvóták értékét (amennyiben a kibocsátási szintek nem csökkennek). A rendszerben tehát

komoly pénzügyi kockázatokat jelentenek az egységmennyiség megállapításának szabályai, a kereskedési lehetőség, a termelési szint alakítása, a rendszer időközbeni változásai és az ÜHG-kvóta piacának alakulása.

A 'szennyező fizet' elv érvényesülése miatt a szereplők magas, vagy fajlagosan magas ÜHG-kibocsátása komoly versenyhátrányt jelenthet, annak költségvonzata miatt. A térítésmentesen megkapott kvóták mennyisége ugyanis még a leghatékonyabb létesítmények számára is évenként, lineárisan csökken, azaz azonos tevékenységi szint és változatlan energiahordozók alkalmazása esetén folyamatosan növekvő egységmennyiséget kell a piacról beszereznie a létsítménynek az éves megfelelés érdekében. A rendszernek van egy kvótamennyiség-szabályozási eszköze is, amellyel egy bizonyos mértékű túlkereslet vagy túlkínálat esetén automatikus kínálat-korrekcióra kerül sor (alapvetően azzal a céllal, hogy az áramszektor dekarbonizációja esetén se legyen túlkínálatos a piac, azaz a kvótaárak ösztönözzék a kibocsátások csökkentését).

A rendszer 2021-2030-as keretrendszerének jóváhagyásával az várható, hogy 2030-ig többszöröződhet az ÜHG egységek árfolyama. A vállalkozások ÜHG-kibocsátással kapcsolatos terhei tehát folyamatosan növekednek, azok a vállalkozások költségstruktúrájában egyre nagyobb szerepet fognak játszani.

Az ÜHG kibocsátás alapvetően tükrözi a vállalatok energiafelhasználását, hiszen a termeléshez szükséges (akár villamosenergia, akár feldolgozóipari termék előállításához) valamilyen energiahordozó égetése során szabadulnak fel azok az ÜHG-gázok, amelyek a nyilvántartásba kerülnek. A mennyiségében, vagy fajlagosan magas vállalati ÜHG-kibocsátó vállalatok versenyhátrányban lehetnek tehát egyrészt az energiahordozók beszerzési költségei, másrészt azok ÜHG-kibocsátásának költségei miatt is. A villamosenergia-igényes vállalatok pedig a piacról beszerzett áram árában megjelenő karbonköltség tekintetében lehetnek versenyhátrányban a kevésbé áram-intenzív szereplőkkel szemben, vagy a saját, megújuló alapú villamostermelést hasznosító szereplőkkel szemben.

Az ETS-rendszer működésének jelentős adminisztratív vonatkozásai is vannak a pontos részletszabályok miatt, mivel minden jelentős változást erre szakosodott hitelesítőkkal kell jóváhagyni és az illetékes hatóságnak bejelenteni.

Összességében tehát az ETS is ösztönzi a megújuló energiaforrások használatát, közvetlen anyagi előnyt kapcsolva a fosszilis energiahordozók megújuló energiával való kiváltásához.

Beruházások pénzügyi ösztönzése

A megújuló energiaforrások elterjedését számos módon ösztönzik világszerte.

Szabályozói szempontból a legegyszerűbb, ha megújuló energia hasznosítására vonatkozó közvetlen részarány, mennyiség előírásra kerül bizonyos szereplők számára. Közvetett módon is el lehet érni azonos célt, ilyen lehetőség a standardok, vagy ÜHG-csökkentési kötelezettségek előírása. Ennek az elvnek az alkalmazása látható elsősorban a bioüzemanyag piacán. Az EU a megújuló energia részarányra vonatkozóan ír elő kötelezettséget az üzemanyagforgalmazók számára, az Egyesült Államok pedig az üzemanyagokhoz keverendő biokomponensek mennyiségére. Az EU-ban a közvetett, ÜHG-alapú megközelítés is jelen van 2020-ig. Az európai szabályozásban az épületenergetikai előírások is követik ezt az elvet: 2020 után csak ún. közel-nulla energiaigényű épületek építése engedélyezhető, amelyeknél minimális megújuló energia hasznosítási részarány is meghatározásra kerül.

A támogatáspolitikák másik nagy ága a pénzügyi támogatások rendszere. Az Európai Unió támogatási alapelve az, hogy környezetvédelmi célra versenytorzítás nélkül juttatható állami támogatás addig, ameddig piaci körülmények között nem lenne elvárható, hogy a beruházások létrejöjjenek.

Az egyszeri beruházási támogatások a megújuló energiaforrásokat hasznosító berendezések megépítését célozzák. Különböző támogatási arányban részesülhetnek a szereplők annak függvényében, hogy tevékenységük alapján for-profit vagy non-profit szereplők, illetve állami intézmények, vagy magánszemélyek-e. A beruházási támogatások leggyakrabban az épületekhez kötődő fejlesztéseknél jellemzőek, de termelési támogatással kombinált formában is előfordulnak.

A beruházási támogatás párja a működési, vagy termelési támogatás, amikor a megújuló energiaforrásokból megtermelt végső energia kerül támogatásra, alapvetően függetlenül attól, hogy milyen anyagi forrásból jött létre a beruházás. Ilyen támogatási rendszerek a villamosenergia szektorban jellemzők. Kezdetben a hosszútávon rögzített átvételi árak jelentették a támogatást (feed-in-tariff). Az EU-ban 2016 év végéig volt megengedett ilyen alapon új támogatási szerződések megkötése. Lényegében a beruházás költségeinek elméleti megtérüléséig adhattak a tagállamok átvételi garanciát, azaz meghatározott bevételt garantáltak meghatározott árammennyiségre, meghatározott időtartamon keresztül. Az állami ígérvény elég biztosítékot jelentett a beruházás kezdeti költségeinek piaci finanszírozásához, hiszen a beruházási és termelési költségek a legtöbb technológia esetében jól kiszámíthatóak voltak, a piaci értékesítési árak pedig így rögzítésre kerültek. A megújuló technológiák érettségének fejlődésével (a technológia beruházási költségeinek és a technológia kockázatainak csökkenésével, a technológiák hatékonyságának javulásával) egyre alacsonyabb támogatás indokolt a beruházások megvalósulásához, így szükségessé vált az EU-ban megengedett környezetvédelmi támogatások alapelveinek felülvizsgálata is. 2017-től új termelési támogatás már szigorúbb keretek között adható: bár továbbra is a megtérülésig tartó támogatás a cél, ezt nem rögzített, hanem rugalmas támogatási tarifákkal biztosítják (feed-in-premium). A termelőknek már a piacon kell értékesíteniük a megtermelt megújuló alapú villamosenergiát, azaz az átvétel nem garantált. A termelők csak akkor kapnak támogatást, amennyiben a villamosenergia piaci árai nem elegendőek a megtérüléshez elvárt bevételekhez. Így a termelők arra vannak sarkallva, hogy legalább a piaci árakon tudjanak értékesíteni. Másik szigorítás, hogy alapelv szerint csak tendereztetés útján nyerhetőek el a támogatások, azaz az létesíthet támogatással megújuló termelési kapacitást, aki a legalacsonyabb támogatásra tart igényt.

A támogatások költségei a legtöbb esetben valamilyen kötelezésen keresztül a felhasználókra, vagy azok egy részére vannak terhelve. A bioüzemanyagok bekeverési költségeit a végfelhasználók a termék árában közvetlenül kifizetik. Az áram esetén a végfelhasználók egy részét mentesítik a tagállamok a megújuló termelési támogatási rendszerek költségei alól (magyarországon a lakosság mentesül, Németországban az ipar egy része), de lényegében az állam által a termelőknek nyújtott garantált átvételi tarifák költségei teljes mértékben közvetlenül a fogyasztókra vannak terhelve.

Európa fejlődése globális kontextusban

A Világ energiafelhasználásának 85%-át a fosszilis energiaforrások adják, mint olaj, gáz, szén. A BP kitekintése alapján a következő húsz évben csökkenni fog részarányuk, de még 2035-ben is 2/3-os súllyal fognak szerepelni az energiakosárban. Öt százalék az atomenergia és tíz százalék a megújuló

energiaforrások (vízenergia és minden egyéb megújuló energia) részaránya 2016-ban. (BP, 2017)

Az EU energiafelhasználása 2015-ben nagyjából az 1990-es szinten volt (2,5%-kal lejjebb annál), viszont a 2006-os értéknél 11,6%-kal alacsonyabban. Az energiaforrások közel 75%-a fosszilis eredetű (1990-ben még 84%-a volt), ugyanakkor az EU importált fosszilis energia függősége 73%-ra növekedett az 1990-es 53%-hoz képest. Az, hogy minden EU-n belül kitermelt tonnára három tonna import jut, noha 1990-ben még azonos arányú volt a kitermelés és import, az EU-s fosszilis termelés drasztikus visszaesését mutatja. Három ország kivételével (Svédország, Finnország, Franciaország) minden EU-s tagállam 60% felett használ fosszilis energiát. Ezzel együtt, majdnem minden ország importált fosszilis energia függősége növekedett 1990-hez képest, leginkább az Egyesült Királyság (2%-ról 43%-ra), Hollandia (22%-ról 56%-ra), Lengyelország (1%-ról 32%-ra), Csehország (17%-ról 46%-ra). Igaz, Lengyelország egyharmados fosszilis import függősége egyben az egyik legalacsonyabb is az EU-ban, nála kevésbé csak Románia (25%), Észtország (17%) és Dánia (4%) vannak kitéve az importált fosszilis energiának. (Eurostat, 2017a)

Az European Environment Agency elemzése szerint több mint egy évtizede folyamatosan és meredeken nőnek világszerte a megújuló energetikai beruházások, 2005 és 2015 között megduplázódtak a beépített kapacitások. 2015-2016-ban a világszinten telepített összes áramtermelés több mint fele megújuló energia alapú. A 2016-os megújulós telepítések több mint 90%-a fotovoltaikus vagy szélenergia beruházás volt. A bioüzemanyagok piacán viszont a 2015-ös beruházások alacsonyabb szintet értek el, mint a tíz évvel korábbiak. 2005 és 2012 között minden évben az EU-ban történt a legtöbb megújuló energetikai beruházás. 2013 óta azonban Kína átvette és tartja is a vezetést az éves új beruházások tekintetében. 2016-ban még az EU vezető mind az egy főre jutó, mind az egységnyi GDP-re jutó megújuló alapú, új villamosenergia kapacitások terén. 2005 és 2016 között az EU-ban átlagosan évi 7%-kal nőtt a GDP arányos RES_{el} kapacitás, ezzel messze megelőzve a többi globális szereplőt.

2016-ban szintén Európa a piacvezető a legtöbb fotovoltaikus és szélkapacitás vonatkozásában (összes, már megépített kapacitások). Kína azonban 2005 óta megnégyszerezte kapacitásait, és jó eséllyel piacvezetővé fog válni minden tekintetben a közeljövőben. (EEA, 2017)

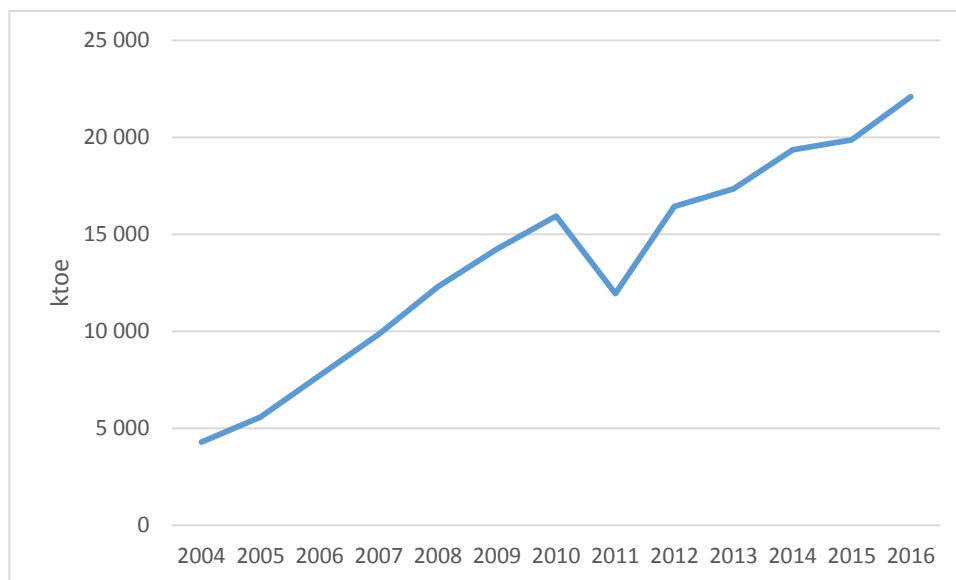
Ahogy a későbbiekben részletesen kifejtésre kerül, az Európai Unió 2004 és 2016 között megduplázta megújuló energia felhasználását, ezzel 2016-ra 17 %-os részarányt ért el. (IRENA, 2017e)

Európa megújuló energia ágazatának fejlődése

Az Európai Unió 2004 és 2016 között megduplázta megújuló energia felhasználását, ezzel 2016-ra 17 %-os részarányt ért el. A 2004-től számított átlagos éves részarány növekedése 6%-os. Ez a növekedés azonban igen változatos, mivel két egymást követő évben sosem volt egyforma lendületű fejlődés, sőt, 2011 óta a megújuló energia részarányának növekedési üteme folyamatosan csökken. A teljes növekedés eredményét árnyalja, hogy az időszak alatt 6,5%-kal csökkent a teljes energia felhasználás, azaz a megkészszerzett megújuló energia volumen a teljes energiafelhasználás arányában még nagyobbak tűnik.

2004-ben a közlekedésben még csak 1,4%-os RES arány volt, ez 2016-ra megnőtt 7,13%-ra (12. ábra). A teljes RES kosáron belül a közlekedés részaránya 2004-ben

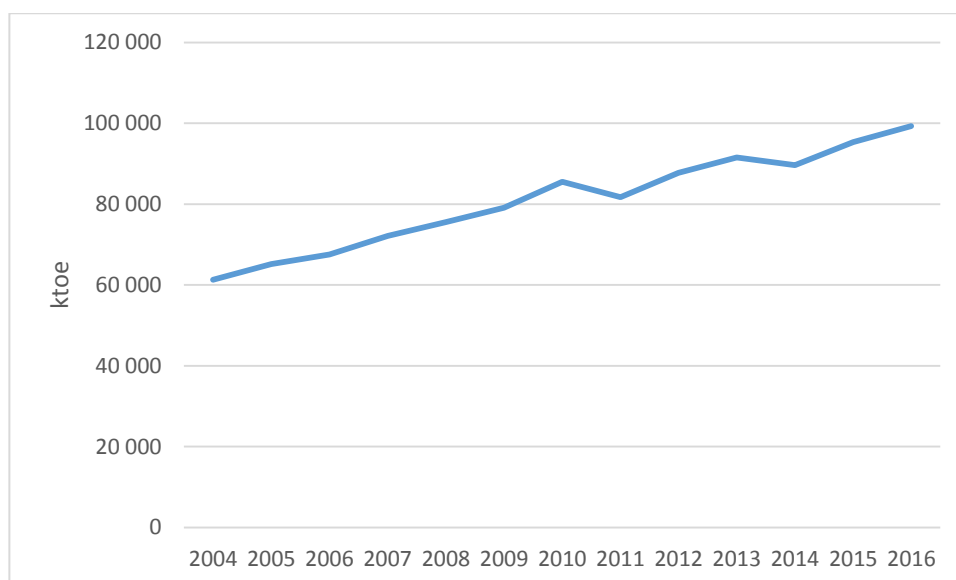
3%, a 2016-ra megduplázódott kosárban pedig már 8%-os. Ezzel bár továbbra is a közlekedési RES a legkisebb volumenű, dinamikáját tekintve azonban a legnagyobb bővülést hozta az időszak alatt, megötszörözve magát. A látványos eredményhez hozzátartozik, hogy a közlekedésben bizonyos alapanyagok többszörösen beszámíthatók a statisztikai módszertan alapján. Statisztikai módszertanból fakadhat az a jelentős, átlagosan 11%-os eltérés is, ami mutatkozik az Eurostat 2016-os és 2014-es, azonos időpontokra és kategóriára vonatkozó kiadványának adatsorai között. (A 2016-os SHARES kiadvány átlagosan 11%-kal több közlekedési megújuló energiát számol el, mint a korábbi kiadványok.)



33. ábra: Az EU-28 megújuló közlekedési energia felhasználásának alakulása ktoe-ben

Forrás: Saját szerkesztés, EurObserver 2017 alapján, 2018

A megújuló fűtési-hűtési volumen több mint másfélszeresére nőtt 2004 és 2016 között. 10%-ról 19%-ra bővült a teljes fűtési-hűtési szegmensben belül, a RES kosárban viszont csökkent a súlya 59%-ról 51%-ra (13. ábra).



34. ábra: Az EU-28 megújuló fűtési és hűtési energia felhasználásának alakulása ktoe-ben

Forrás: Saját szerkesztés, EurObserver 2017 alapján, 2018

A fűtés-hűtési szektorban szintén módszertani változás miatt, néhány ország megújuló eredményei visszamenőlegesen, lényegesen nőttek. A változás abban keresendő, hogy a tüzfifa felhasználása a korábbiakban erdészeti adatokból került származtatásra, azonban e helyett lehetőség van háztartási energiafelhasználást felmérő adatfelvételtől is számítani. (Mezősi et al., 2017)

Magyarország esetében ez a módszertani változás drámai előnyt biztosított statisztikai szinten: 2004 óta minden évben a fűtési célú biomassa korábbi értékének legalább a másfélszerese, de akár több mint kétszerese is elszámolhatóvá vált. Tekintettel arra, hogy a biomassa alapú fűtés alapvetően domináns volt a hazai RES kosárban, ez a változás óriási kihatással van a hazai teljes RES részarányra is. Az új módszertan szerint átszámított eredményekkel az ország számára 2020-ra kötelező 13%-os részarány nemcsak elérhető közelségbe került, hanem azt már 2011 óta bőven meg is haladja a hazai új részarány. Érdekes, hogy az újonnan alkalmazott módszertan nélkül igen gyenge fejlődés volt tapasztalható Magyarországon: a 2020-ra vonatkozó célkitűzésektől számítva 2014-ig csak 1,5%-ponttal növelte az ország a megújuló részarányát. Az új eredmények megjelentek visszamenőleg is az EU-statisztikában (9. táblázat).

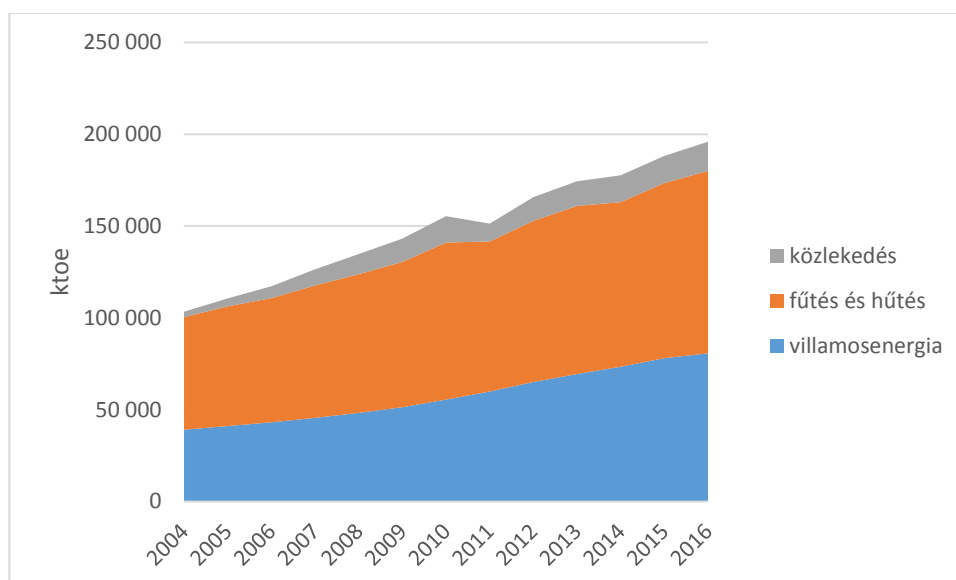
M.1. táblázat: Magyarország megújuló energia felhasználási részarányai 2004 és 2016 között %-ban, két különböző tüzfiszámítási módszertannal.

Év (20xx)												
04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Erdészeti módszertan												
4,4	4,5	5,1	5,9	6,5	8,0	8,6	9,1	9,6	9,5	9,5	n.a.	n.a.
Háztartási módszertan												
4,4	6,9	7,4	8,6	8,6	11,7	12,7	14,0	15,5	16,0	14,6	14,4	14,2

Forrás: Saját szerkesztés Eurostat, Shares 2014 és Eurostat, Shares 2016 kiadványok alapján, 2018

A villamosenergia adatai sokkal egyszerűbben és hitelesen mérhetők és rögzíthetők, szemben a fűtési-hűtési és a közlekedési megújuló energia felhasználással. Az EU több mint kétszeresére növelte a megújuló áram mennyiségét 2004 és 2016 között. 2004-ben háromnegyedben vízenergia hasznosítást jelentett a megújuló villamosenergia – ennek abszolút mértéke azonos szinten maradt, de már csak egyharmadát adja a megújuló áram kosárnak, mivel mellette beindult a többi technológia fejlődése. Ötszörösére növekedett a szélenergia felhasználása, volumenében majdnem elérve a vízenergia hasznosítását. A fotovoltaikus termelés a közel nulláról indulva mára már 10%-ban részesül a megújuló villamosenergia kosárban.

Összességében 2004 óta folyamatosan a fűtési-hűtési megújuló energiahasználat jelenti a legnagyobb volumet, 61 ktoe-ről 99 ktoe-re növekedve 2004 és 2016 között (14. ábra). A második legnagyobb ágazat a villamosenergia, ahol 39 ktoe-ről 80 ktoe-re bővült a megújuló energia használata. A legkisebb felhasználó a közlekedés, ahol 3 ktoe-ről viszont több mint ötszörösére, közel 16 ktoe-re emelkedett a megújuló energia használata. (Eurostat, 2018)



35. ábra: Az EU-28 összes megújuló energia felhasználásának alakulása ktoe-ben

Forrás: Saját szerkesztés, EurObserver 2017 alapján, 2018