

Közzététel: 2019. június 6.

A tanulmány címe:

Rejtett energiaáramok Magyarország külkereskedelmében

Szerző:

Sebestyénné Szép Tekla,

a Miskolci Egyetem Világ- és Regionális Gazdaságtan Intézetének egyetemi adjunktusa

E-mail: regtekla@uni-miskolc.hu

DOI: 10.20311/stat2019.6.hu0594

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Statisztikai Szemle c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány, vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Sztj.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Sztj. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„*Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 97. évfolyam 6. számában megjelent, Sebestyénné Szép Tekla által írt, 'Rejtett energiaáramok Magyarország külkereskedelmében' című tanulmány (link csatolása)*”

7. A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH, vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Rejtett energiaáramok Magyarország külkereskedelmében*

Sebestyén Szép Tekla,
a Miskolci Egyetem Világ-
és Regionális Gazdaságtan
Intézetének egyetemi
adjunktusa

E-mail: regtekla@uni-miskolc.hu

A XXI. század egyik legnagyobb kihívása az alacsony karbonintenzitású, erőforrásokat hatékonyan használó zöld gazdaság felé történő elmozdulás megvalósítása. Az eddig elért eredményeket (melyeket elsősorban a fejlett országok mondhatnak magukénak) ugyanakkor jelentősen árnyalja, ha nemcsak a közvetlen energiafelhasználást számszerűsítjük, hanem figyelembe vesszük a külkereskedelem révén megvalósuló rejtett energiaáramokat is. A szerző tanulmányában rávilágít a hagyományosnak tekinthető energiafelhasználási adatok (végső és primer energiafelhasználás) korlátaira. Az EORA-adatbázis alapján környezeti input-output elemzéssel vizsgálja Magyarország külkereskedelmének primer energiatartalmát, továbbá primer energialábnyomát 1990 és 2015 között. Eredményei szerint az ország az elmúlt 25 évben – a 2005. év kivételével – a primer energiatartalom nettó exportőre volt, mely elsősorban a külkereskedelem termékstruktúrájával magyarázható. A cikk zárásaként kritikai észrevételt fogalmaz meg a rejtett energiaáramokkal kapcsolatban.

TÁRGYSZÓ:
Környezeti input-output elemzés.
Energiaadósság.

DOI: 10.20311/stat2019.6.hu0594

* A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00007 azonosító számú, „Az intelligens, fenntartható és inkluzív társadalom fejlesztésének aspektusai: társadalmi, technológiai, innovációs hálózatok a foglalkoztatásban és a digitális gazdaságban” című projekt támogatta. A projekt az EU (Európai Unió) támogatásával, az Európai Szociális Alap és Magyarország költségvetésének társfinanszírozásában valósul meg.

A világ energiaellátása átalakulóban van. Egyre gyakrabban találkozhatunk a globális energia dilemma (global energy dilemma) kérdéskörével, mely a növekvő energiaigények és az egyre intenzívebbé váló környezeti problémák közötti feszültséget vizsgálja, és lehetséges megoldási javaslatok után kutat. A központi kérdés az, hogy miként tudjuk úgy növelni az energiafelhasználást, hogy közben ne emeljük az üvegházhatású gázok kibocsátását (sőt, a klímavédelmi célokkal összhangban inkább csökkentjük azt), tehát áttérjünk egy alacsony szénfogyasztású gazdasági (low-carbon economy) modellre.¹ Nem csupán energiaátmenetről szükséges beszélni, hanem fel kell hívni a figyelmet a fenntartható energiaátmenet (sustainable energy transition) fontosságára is (lásd bővebben *Calvert* [2016]). Be kell látni, hogy a globális energiabiztonság, a globalizáció gazdaságföldrajza, a klímaváltozás gazdaságtana, illetve a klímapolitika egymással szorosan összefüggnek (a közöttük fennálló kapcsolatot részletesen kifejti *Bradshaw* [2010]). A központi kérdésre választ talán az új energetikai paradigma (new energy paradigm) vagy új energiamodell (new energy model) adhat, melyek lényege az energiapolitika oly módon történő átalakítása, hogy ne sérüljön az energia háromszögének (energy trilemma; lásd bővebben *World Energy Council* [2017b]) egyik komponense (vagyis a környezeti fenntarthatóság, az energiabiztonság és a gazdaságosság) sem. Az új energiamodell nemcsak a megújuló energiaforrások szerepének nagyságrendekkel való növelését hangsúlyozza, hanem ennél lényegesen többet is: a társadalmi szokások, valamint az ellátási és a termelési lánc teljes megváltoztatását.

Ezen célok megvalósítása során kiemelt jelentőséggel bír a megválasztott út és eszköz. A környezeti terhelés, valamint az erőforrás-felhasználás csökkenését (és ezzel párhuzamosan az elvárt ütemű gazdasági fejlődést) több módon lehet elérni. Ezek között vannak hatékonyabb (holisztikus és hosszú távú szemléletet tükröző), illetve a problémákat inkább csak elfedő megoldások. Az előbbiekhöz tartozik – a teljesség igénye nélkül – az energiamix átalakítása (a megújuló energiaforrások javára), valamint az energiahatékonyság javításával párhuzamos törekvés az energiamegtakarításra. Ezzel szemben az energiaintenzív ipari tevékenységek kihegyezése (közismert nevén az outsourcing) révén elért gazdasági szerkezetváltás – globálisan nézve – nem megoldás (hiszen mindössze a probléma áthelyezését jelenti). Az ország energiaintenzitását ugyan pozitív irányba befolyásolja, de végső soron a társadalomnak, a gazdasági szereplőknek ugyanúgy szükségük lesz az adott alágazatok által előállított termékekre, melyek így már import formájában kerülnek be a fogyasztásba. Tehát az energiafelhasználás (illetve ehhez kapcsolódóan az

¹ Hasonló tartalommal bírnak az erőforrás-hatékonyság, illetve zöld gazdaság kifejezések is.

üvegházhatású gázok kibocsátása) valójában megtörténik, de az már annak az országnak a statisztikájában szerepel, ahova az outsourcing irányult. E jelenség mögött a rejtett energiaáramokat, az EEIT-t (energy embodied in international trade – külkereskedelemben megtestesülő energia [a külkereskedelem primer energiataralma]) találjuk, mely az EEI (energy embodied in imports – importban megtestesülő energia [az import primer energiataralma]) és az EEE (energy embodied in exports – exportban megtestesülő energia [az export primer energiataralma]) különbsége. Az életciklus-szemlélet tükrében ez tulajdonképpen a közvetett energiafelhasználás, ami a TPES-sel (total primary energy supply – teljes primer energiafelhasználás [vagy más néven nyílt/közvetlen energiafelhasználás]) együtt adja a TPEF-et (total primary energy footprint – teljes primer energialábnyom).

Tanulmányom a továbbiakban öt jól elkülöníthető részre osztható. Az „Elméleti háttér” című fejezetben rávilágítok a globális GDP és az energiafelhasználás terén tapasztalható átrendeződésekre, a földrajzi súlypontok eltolódására. Bemutatom a hagyományosnak tekinthető (végső és primer) energiafelhasználási adatok hátrányait és azt, hogy miért érvel amellett számos kutató, hogy a zöld gazdaság eddig elért eredményeinek jelentős része csupán „illúzió”. Bevezetek egy új fogalmat, nevezetesen az EEIT-t, továbbá kitérek a témában elért legfontosabb kutatási eredményekre. A „Módszertan és felhasznált adatok” fejezet tartalmazza az EORA-adatbázis leírását, az EEIOA (environmentally extended input-output analysis – környezeti input-output elemzés [vagy más néven sakktablamódszer, illetve Leontief-féle input-output elemzés]) menetét és a TPEF kiszámításának metodikáját. Az „Eredmények” fejezetben bemutatom azokat a tényezőket, melyek – véleményem szerint – magyarázatot adnak arra, hogy Magyarország az elmúlt 25 évben miért volt nagyjából végig az EEIT nettó exportőre. Ezt követően kritikai észrevételt fogalmazok meg a rejtett energiaáramokkal kapcsolatban, az összefoglalásban pedig egy rövid konklúziót, illetve javaslatomat tárom az Olvasó elé.

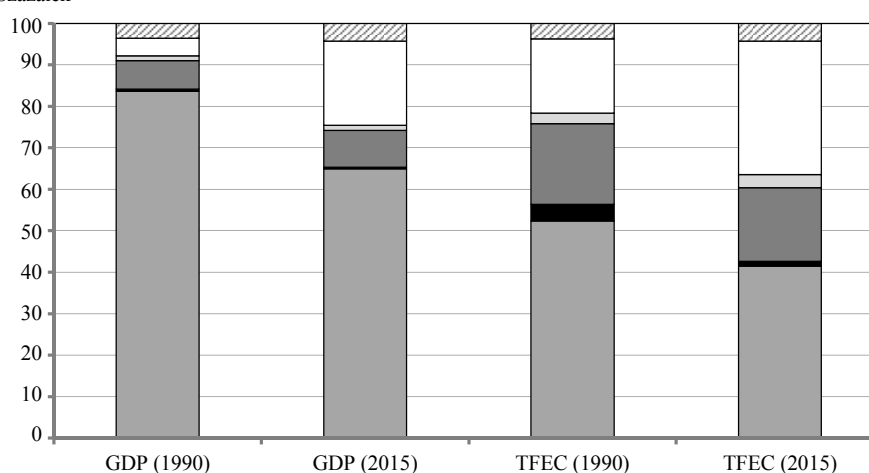
1. Elméleti háttér

Az elmúlt évtizedekben jelentős szerkezetváltás ment végbe a fejlett országokban. A *Világbank* [2018] adatai szerint a szolgáltatás szektor aránya az EU-ban 2016-ban meghaladta a 65 százalékot, az Egyesült Államokban pedig még ennél is magasabb, 77 százalék volt. Az iparban a magas hozzáadott értéket képviselő alágazatok váltak dominánssá, az energiaintenzív ágazatokban (például a bányászat vagy a fémalapanyag-gyártás területén) működő vállalatok így áthelyezték termelésüket a fejlődő országokba, kihasználva az alacsonyabb munkaerő-, illetve az egyéb járulékos költ-

ségek, továbbá a lazább környezeti szabályozások adta (komparatív) előnyöket. Ezzel párhuzamosan a feltörekvő országokban industrializációs folyamat zajlott le, mely a világkereskedelemre is hatással volt. A *WTO* [2017] alapján 2016-ban a fejlődő országok részesedése a világ áruexportjából 42,4, a szolgáltatás-exportból 30,5 százalék volt.

1. ábra. A világ GDP-jének és TFEC-jének megoszlása az egyes országcsoportok között

Százalék



- Fejlődő országok – Latin-Amerika és a Karib-térség
- Fejlődő országok – Ázsia
- Fejlődő országok – Afrika
- Üzemanyag-exportáló országok
- Átmeneti gazdaságok
- ▨ Fejlett országok, egyéb OECD/EU-tagországok

Megjegyzés. Itt és a továbbiakban, GDP (gross domestic product): bruttó hazai termék; TFEC (total final energy consumption): teljes végső energiafelhasználás. Fejlett országok: az *IMF* [2017] advanced economies kategóriájába tartozó országok, illetve egyéb OECD- és EU-tagországok; átmeneti gazdaságok: az *IMF* [2017] economies in transition kategóriájába tartozó országok (a délkelet-európai átmeneti gazdaságok, a Független Államok Közössége, valamint Grúzia); üzemanyag-exportáló országok: az *IMF* [2017] fuel-exporting countries kategóriájába tartozó országok; fejlődő országok: minden egyéb ország Ázsiában, Latin-Amerikában, illetve Afrikában. Mivel jelentős átfedés van az átmeneti gazdaságok és az üzemanyag-exportáló országok között, amennyiben egy ország már az utóbbiban szerepel, nem kerül be az előbbi kategóriába.

Forrás: Saját szerkesztés a *Világbank* [2018] WDI- (World development indicators – Világ fejlődésének indikátorai) és Sustainable Energy 4 All (Fenntartható energia mindenkinek) adatbázisai alapján.

A súlypontok eltolódását a kereskedelmi adatokon túl a gazdasági növekedésre és az energiafelhasználásra vonatkozó adatok is mutatják. (Lásd az 1. ábrát.) Míg 1990-ben a fejlett országok (az *IMF* [2017] „advanced economies” kategóriájába tartozó országok, illetve az egyéb OECD- [Organisation for Economic Co-operation and Development – Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet] és

EU-tagországok) még a világ GDP-jének több mint négyötödét, addig 2015-ben már csak a 65 százalékát termelték meg. Ugyanakkor a globális TFC-ből (total final consumption – teljes végső energiafelhasználás) mindig is kisebb mértékben részesedtek (összehasonlítva a világ több részével): 1990-ben az összes fogyasztás körülbelül fele, 2015-ben kicsivel több mint 40 százaléka származott tőlük.

Az arányok átrendeződése nem tekinthető végleges és lezárt folyamatnak. A *World Energy Council* [2017a] előrejelzése szerint a világ primer energiaigénye 2014 és 2060 között lassuló ütemben, de tovább fog nőni (2014 és 2030 között várhatóan 1,4-1,7 százalékos lesz az éves növekedési ráta, míg 2030 és 2060 között 0,5-1 százalékos). Ugyanakkor az energia, különösen az olaj és az egyéb fosszilis energiahordozók iránti keresletnövekedés jelentős hányada már nem a fejlett, iparosodott országokban jelentkezik, hanem a feltörekvő gazdaságokban, így – többek között – Kínában és Indiában. Ezen országok energiaéhségének növekedéséhez erőteljesen hozzájárult a modernizálódás, az iparosodás, illetve az urbanizálódás (*Zhang–Lior–Jin* [2011]).

2. Rejtett energiaáramok a világkereskedelemben, avagy új kihívások

A fenntartható fejlődés egyik központi kérdése és célja, hogy a gazdasági fejlődés csökkenő mértékű erőforrás-felhasználás és környezeti terhelés mellett valósuljon meg (ezzel a szétválás – vagyis a decoupling – irodalma foglalkozik részletesen). A XXI. század egyik legnagyobb kihívása az alacsony karbonintenzitású,² az erőforrásokat hatékonyan használó zöld gazdaság felé történő elmozdulás. A *UNEP* [2011] adatai szerint, ha a fogyasztás jelenlegi – fenntarthatatlan – szintje nem változik, akkor 2050-ig háromszorosára nőhet az erőforrás-felhasználás a világon. Ezt figyelembe véve, a társadalom és a gazdaság környezeti hatásának csökkentése iránti igény sürgetőbb, szerepe pedig kulcsfontosságú lehet a fenntartható (energia)gazdálkodás megvalósításában.

Az energiafelhasználással kapcsolatos hagyományos adatok (például a TFC és a TPES [total primary energy supply – teljes primer energiafelhasználás]) statikusnak tekinthetők, hiszen egy adott terület (ország) határain belüli energiafelhasználást mutatják. Ugyanakkor – hangsúlyozva a rendszerszemléletet – egy ország energiafelhasználása ennél sokkal nagyobb, hiszen e tekintetben figyelembe kell venni azokat a (sok milliárd USD értékű) termékeket és szolgáltatásokat is, amelyeket egy adott évben importál (és exportál), illetve amelyek előállításához szintén energiára van szükség (*Arto et al.* [2016]). Nézzünk egy példát erre (*Arto et al.* [2016] 3–4. old. alapján).

² A karbonintenzitás az egységnyi GDP előállításával keletkező emissziót jelenti.

Tételezzük fel, hogy A országban évente 10 000 t ruházatot értékesítenek, amit egy vállalat állít elő A országban, 1 EJ energia felhasználásával. A globalizációs folyamatok eredményeként a termelést e vállalat kiszervezi B országba az előbb leírt komparatív előnyök miatt, de termékeit továbbra is A országban adja el, mely értékesítés most már A ország importjaként jelenik meg. A ország energiafelhasználása ezáltal lecsökken 1 EJ mennyiséggel, míg B országé ugyanennyivel nő. Vagyis a nemzetközi kereskedelem eredményeként A ország fogyasztási színvonala nem változik, meg tudja tartani addig elért fejlettségi szintjét, miközben energiafelhasználása csökken, és ezzel párhuzamosan valószínűleg javul az energiaintenzitása is (amit feltételezhetően környezet- és energiapolitikája sikereként könyvel el). Természetesen B országban ellentétes folyamatok játszódnak le: nő az export, javul a külkereskedelmi mérleg, (a technológiaiimport függvényében) még akár az ország energiaintenzitása is kedvezőbb lehet, de azon az áron, hogy nő mind a fajlagos, mind az abszolút energiafelhasználás.

El kell ismernünk, hogy a példa rendkívüli módon leegyszerűsíti a folyamatokat. Nem számol azzal, hogy a kiszervező ország gazdaságában is végbemegy szerkezetváltás, a felszabaduló munkaerő átáramlik más ágazatokba (elsősorban a szolgáltatászektorba). Tehát az energiafelhasználás valószínűleg nem csökken annyival, mint amennyit az outsourcing folyamatok előtt az adott gazdasági tevékenység igényelt.

Ugyanakkor a probléma mégiscsak létezik, hiszen egy adott ország a területén közvetlenül felhasználná több energiát fogyaszt. Globalizált világunkban ezért szükség van az energiafelhasználás pontosabb, precízebb számbavételére. *Arto et al.* [2016] szerint a meglévő – területi alapon számba vett – statisztikai adatokat fogyasztási alapon korrigálni szükséges, azaz az energiaforrásokat ott kell figyelembe venni, ahol valójában felhasználták őket (akár beépített primer energia formájában). Tanulmányuk szerint ehhez nyújt segítséget az energialábnyom (energy footprint), mely – tükrözve a rendszerszemléletet – tulajdonképpen azt mutatja, hogy a teljes belföldi fogyasztás kielégítéséhez globálisan mennyi energiára van szükség. A mutatóval számszerűsíthetővé válnak a nemzetközi kereskedelem által okozott környezeti hatások, lehetőség nyílik a globális értelemben vett termelők és fogyasztók közötti (környezeti) felelősség megosztására, de akár a fejlődés és az energiafelhasználás közötti komplex kapcsolat mélyebb és átfogóbb vizsgálatára is (*Arto et al.* [2016] 4. old.). Szintén fontos kérdés, hogy egy bizonyos humán fejlettségi szint (nagyjából a küszöbértéknek tekinthető 0,8-es értékű HDI [human development index – humán fejlettségi index]) eléréshez és megtartásához mennyi energiára, mekkora TPES-re van szükség

(*Steinberger–Roberts* [2010]). Vagyis, mennyi erőforrást igényelne, hogy a világ népességének jelentős része elérje a fejlettség ezen szintjét, vagy megfordítva a gondolatmenetet, a hatékonyság javításával (csökkenő ütemű erőforrás-felhasználás és emisszió mellett) milyen mértékű fejlődés valósítható meg, mennyivel növelhető a globális HDI. Figyelembe kell venni azt is, hogy az eddigi tapasztalatok szerint a humán fejlettség növekedése egyre nagyobb ökológiai lábnyommal jár együtt.

Egyes – talán szélsőségesnek mondható – vélemények szerint (például *Clarke–Heinonen–Ottelin* [2017]) a témakörben eddig elért kutatási eredmények megerősítik, hogy a fejlett országok, melyek az utóbbi évtizedben jelentősen csökkentették a káros emissziójukat, tulajdonképpen csak egy illúziót, a zöld (alacsony karbonintenzitású) gazdaság illúzióját építették fel. A kiotói egyezmény (*UN* [1998]) B melléklete tartalmazza a fejlett, iparosodott országok konkrét célkitűzéseit az emisszió vonatkozásában, mely vállalások nagyrészt (legalábbis látszólag) teljesültek. Ugyanakkor a klímátárgyalások, illetve -egyezmények dacára a világ üvegházhatásúgáz-kibocsátása folyamatosan nő (1990 és 2012 között pontosan 40 százalékkal), miközben az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Kormányközi Klímaváltozási Panel), valamint a UNEP (United Nations Environment Programme – Egyesült Nemzetek Szervezetének Környezetvédelmi Programja) jelentései szerint a klímakatasztrófa elkerülése érdekében egyre sürgetőbb feladat lenne a növekedés megállítása. Ennek a látszólagos ellentétnek az egyik fő oka az említett gazdasági szerkezetváltás volt, melynek eredményeként a fejlett országok energiaintenzív (és karbonintenzív) ipari ágazataihoz tartozó vállalatok jelentős része kitelepült más világgazdasági régiókba, zömében a fejlődő országokba (outsourcing folyamat). *Gasim* [2015] kiemeli, hogy ezen országok [az említett B mellékletben szereplő fejlett országok] importjának primer karbontartalma nagyságrendekkel meghaladja az üvegházhatásúgáz-kibocsátásuk elért csökkenését (erre a továbbiakban részletesen kitérek).

A gyártás és a termelés folyamata során közvetlen (nyílt) és közvetett (rejtett) energiafelhasználás történik, melyek együttesen adják a termékek elkészítéséhez szükséges teljes energiafelhasználást. A közvetett energiára az angol nyelvű energia-gazdaságtani szakirodalom általában az embodied energy (beépülő energia) kifejezést használja, de találkozhatunk az indirect energy (közvetett energia), a hidden energy (rejtett energia) és az upstream energy consumption (upstream energiahasználat) elnevezésekkel is (néhány esetben változó tartalommal). Én a továbbiakban a termeléshez használt eszközökben megtestesülő, a felhasznált anyagok és a gyártás folyamán bevitt energiát értem ez alatt (lásd erről *Takács* [2014] 5. old.). Az upstream kifejezés azoknak az alágazatoknak a környezeti terhelésére utal, melyek végső fogyasztásra szánt javakat és szolgáltatásokat állítanak elő (*Kitzes* [2013]). Ez tulajdonképpen már a tudatos fogyasztás (környezettudatosság, társadalmilag felelős fogyasztás) gondolkörét érinti, ami alapvető eleme az EEIOA-knek. A hazai szakirodalomban *Ertsey–Medgyasszay* [2014],

valamint Takács [2014] foglalkoznak alaposabban a témakörrel. Az előbbieket embodied energy content alatt beépített primer energiatartalmat értnek, míg az utóbbi szerző megtestesülő energiaként fordítja az embodied energy kifejezést. Én a továbbiakban (kiindulva az EORA-adatbázisban közölt TPES-adatokból) a primer energiatartalom kifejezést használom. A primer energiatartalom jelentős része bekerül a nemzetközi kereskedelembe (másik része hazai fogyasztási célokat szolgál), vagyis az export, illetve az import révén helyileg máshol kerül elfogyasztásra, felhasználásra. Ez alapján EEI-t és EEE-t különböztethetünk meg.

A téma vizsgálata nagyjából a millennium óta kap kiemelt figyelmet. A tárgykörben számos munka jelent meg, az 1. táblázat ezek közül csak néhány, a jelen tanulmány szempontjából releváns elemzést mutat be.

1. táblázat

A témához kapcsolódó szakirodalom összefoglalása

Szerző	Ország	Adatbázis	Modell	Fókusz
Clarke–Heinonen–Ottelin [2017]	Izland	EORA	MRIO	karbonlábnyom
Owen et al. [2017]	Nagy-Britannia	EORA	MRIO	CBA
Hong et al. [2016]	Kína*	MRIO	MRIO	EEIT
Gasim [2015]	Iparosodott országok	WIOD	MRIO és területiindex-dekompozíciós módszer	EEIT
Kanemoto et al. [2014]	Kiotói jegyzőkönyvet aláíró országok	EORA	MRIO	karbonlábnyom
Arto–Capellán–Lago [2014]	40 ország	WIOD	MRIO	energiálábnyom
Li et al. [2014]	Kína (Makaó)	Makaó statisztikai évkönyve	egyszerűsített input-output modell	EEIT
Yang et al. [2014]	Kína	Kínai statisztikai évkönyv	EIO–LCA	EEIT
Chen–Zhang [2010]	Kína	Kínai statisztikai évkönyv	EIOA	karbonlábnyom

* Építőipar.

Megjegyzés. MRIO (multiregional input-output): multiregionális input-output; CBA ([energy]-consumption-based account – fogyasztáson alapuló energiafelhasználási számla); EEIT (energy embodied in international trade): külkereskedelem primer energiatartalma; WIOD (World Input-Output Database): Input-output világdatabázis; EIO–LCA (environmental input-output – life-cycle analysis – környezeti input-output – életciklus-elemzés); EIOA (environmental input-output analysis): környezeti input-output elemzés.

A témakörben elérhető tanulmányok döntő többsége Kínára fókuszál (például *Hong et al.* [2016], *Li et al.* [2014], *Yang et al.* [2014], *Chen–Zhang* [2010]). Ez – véleményem szerint – Kína azon törekvésére vezethető vissza, hogy a klímátárgyalásokon ismerjék el a külkereskedelemhez köthető, indirekt energiafelhasználást és emissziót. Nyilvánvalóan csökkentené a fejlődő országok felelősségét, ha az ezekre vonatkozó statisztikai adatok nem területi, hanem fogyasztási alapon kerülnének elszámolásra.

Chen–Zhang [2010] tanulmánya szerint Kína üvegházhatásúgáz-kibocsátásának 41,04 százaléka az exporthoz köthető. Így, bár az ország az első helyen áll a világ országainak globálisemisszió-rangsorában, a külkereskedelem primer karbontartalmának számbavételével jelentősen csökkenne a szerepe és javulhatna megítélése a klímaváltozásban.

Kína és az Egyesült Államok közötti külkereskedelem EEIT-jéből vannak lekövetkeztetéseket *Yang et al.* [2014] a klímapárbeszéd vonatkozásában. Elemzésük szerint 1997 és 2011 között Kína nettó energiaexportőr volt az említett mutató alapján, melynek primer energiataralmát a szénfelhasználás adta 68,87 százalékban (míg a kőolaj- 22,87, a földgáz-felhasználás csak mindössze 0,07 százalékban). Az eredmények kiemelten fontosak, hiszen e két ország felel a világ üvegházhatásúgáz-kibocsátásának több mint 40 százalékáért. A szerzők szerint, ha ennyivel korrigálnánk Kína éves energiafelhasználását (az nem derül ki a tanulmányból, hogy a TPES-ről vagy a TFC-ről van-e szó), az előbbi adatok 4,6 százalékkal csökkennének.

Hong et al. [2016] és *Li et al.* [2014] más megközelítésben vizsgálják a kérdéskört. Míg az előbbi szerzők mezoszintű elemzést végeznek, addig az utóbbiak csak egy városra (Makaóra) fókuszálnak. *Hong et al.* [2016] a kínai építőipar 2007-es interregionális termékforgalmát vizsgálják (MRIO- [multiregional input-output] modell alapján). Eredményeik szerint 2007-ben az építőipar volt a felelős a teljes kínai energiafelhasználás 29,6 százalékáért (ám írásukból nem derül ki, hogy ez TPES- vagy TFC-adat-e). Ugyan a szerzők a kínai régiók fejlettségbeli különbségeit nem veszik figyelembe, tanulmányuk fontos mérföldkő a téma térségi vizsgálatában, a kínai regionális politika alakításában.

Mint már említettem, *Li et al.* [2014] Makaó EEIT-jét becslik. Eredményeik szerint 2000 és 2011 között jelentősen nőtt e mutató, bár ezzel párhuzamosan javult a város energiaintenzitása. Makaó – szolgáltató szektorának fejlettségéből, illetve nagy népsűrűségéből adódóan – jelentős importra szorul, mellyel radikálisan csökkenteni tudja közvetlen energiafelhasználását (ugyanakkor nagymértékben növeli energiaadósságát).

Kanemoto et al. [2014] a fejlett országok felelősségére hívják fel a figyelmet. Kritikus következtetést vonnak le (MRIO-modellre és EORA-adatbázisra épülő) tanulmányukban. A szerzők véleménye az, hogy a fejlett országok többsége csak

azért volt képes teljesíteni a kiotói egyezmény B mellékletében vállalt emissziócsökkentési célokat, mert bekövetkezett a korábban már leírt gazdasági szerkezetváltás, és vállalataik (illetve ipari alágazataik) jelentős része földrajzi értelemben kiszervezésre került. Ezzel párhuzamosan az üvegházhatásúgáz-kibocsátás is máshol történt, és ezáltal más ország statisztikájában jelent meg (*Kanemoto et al.* [2014] 52. old.). Érdekes módon, azokban a szektorokban, ahol a karbonintenzitás jelentősen javult, egyúttal az importban megtestesülő primer (vagyis indirekt) karbontartalom is nőtt. A szerzők Nagy-Britanniát hozzák fel példának: 1992 és 2004 között az ország karbonlábnyoma 12 százalékkal nőtt, miközben a területi alapon számba vett emisszió 5 százalékkal csökkent. Meglátásuk szerint a szabályozási rendszer (beleértve a statisztikai adatgyűjtés módszertanát is) azonnali módosítása szükséges, hiszen enélkül nem várható a globális emisszió csökkenése (a fejlett országok ambíciózus kibocsátási célkitűzései ellenére sem). Hasonló eredményre jutnak *Owen et al.* [2017] is Nagy-Britannia vonatkozásában: az ország teljes energiafelhasználása 2013-ban 45 százalékkal volt nagyobb, mint a területi alapú, hagyományos statisztikai adat.

Clarke–Heinonen–Ottelin [2017] tanulmányukban (az általuk épített MRIO-modell és az EORA-adatbázis alapján) azt a következtetést vonják le, hogy még egy olyan országnak is, mint Izland – ahol a megújuló energiaforrások aránya a TFC-ben az *Eurostat* [2018] adatai szerint 2016-ban meghaladta a 70 százalékot – több mint másfélszer nagyobb a karbonlábnyoma (az importált javak és szolgáltatások primer energiataralma miatt), mint a területi alapú üvegházhatásúgáz-kibocsátása. A szerzők emellett érvelnek, hogy az emisszió jelentős része fogyasztáshoz (javak és szolgáltatások) köthető.

Arto–Capellán–Lago [2014] elemzésükben a WIOD-ot (World Input-Output Database – Input-output vilá adatbázis) felhasználva, 40 ország 1995 és 2008 közötti energiaadósságát becslik (MRIO-modell alapján). A kapott eredményeket összevetik a vizsgálatba bevont országok HDI-adataival. Arra a következtetésre jutnak, hogy a magas fejlettségi szint fenntartásának energiaszükséglete messze meghaladja az eddig elfogadottnak tartott értékeket. A feltörekvő országok energiafogyasztásának jelentős része a fejlett országokba irányuló exporttermékek előállításához köthető, melyek ezáltal jelentős energiaadóssággal bírnak. Egy magas, 0,8-es HDI-szint eléréséhez 33 százalékkal nagyobb egy főre jutó energiafelhasználás szükséges, mint a világszerte.

A nettó export primer energiataralmának számszerűsítésén túl nagyon fontos az okok, vagyis annak meghatározása, hogy azt milyen tényezők befolyásolják. *Gasim* [2015] arra a következtetésre jut (42 fejlett, illetve közepesen fejlett országot vizsgálva), hogy a legfontosabb tényező a specializáció mértéke; az energiaintenzitás, valamint a külkereskedelmi mérleg (azonos százalékkal) a második helyet foglalják el. A Heckscher–Ohlin-elmélet szerint általában azok az országok specializáló-

nak energiaintenzív termékek termelésére és exportjára, amelyekben bőségesen található relatíve alacsonyabb költségekkel kitermelhető fosszilis vagy megújuló energiaforrások (például vízenergia). MRIO-modellezést, valamint területiindex-alapú dekompozíciós módszert alkalmazva, a szerző rávilágít arra, hogy 2000 és 2009 között Magyarország nettó importőr volt a primer energiatartalom tekintetében, melyben legnagyobb szerepet a szakosodás, vagyis a gazdasági szerkezet átalakítása játszott. Az adatok ugyanakkor javuló tendenciát mutatnak, 2009-ben már a nullához közelített a mérleg, bár hazánk még mindig nettó importőre volt a primer energiatartalomnak. A szerző felhívja a figyelmet arra, hogy a már említett három faktor (specializáció, energiaintenzitás és külkereskedelmi mérleg) adatainak szóródása ± 1 Mtoe (~ 41868 TJ), ami egy olyan kis ország esetében, mint Magyarország, szignifikáns eltérést okozhat. Ezzel magyarázható, hogy jelen tanulmány eredménye (az ország csak 2005-ben volt nettó importőr a primer energiatartalom tekintetében) miért tér el kismértékben *Gasim* [2015] megállapításaitól.

3. Módszertan és felhasznált adatok

A primer energiatartalom becslésére alapvetően háromféle módszertan ad lehetőséget: az LCA (life cycle analysis – [környezeti] életciklus-elemzés), a korábban már említett EEIOA, illetve a különböző (strukturális és indexalapú) dekompozíciós módszerek. Az LCA célja, hogy a „bölcsőtől a sírig” tartó szemléletet követve, számszerűsítse mindazokat az energia inputokat, melyek a termék előállításához, csomagolásához, szállításához, használatához, hulladékká válásához, illetve újrahasznosításához köthetők. A dekompozíciós módszereknek két nagy csoportját különböztetjük meg, így az SDA-t (structural decomposition analysis – strukturális dekompozíciós elemzés), illetve az IDA-t (index decomposition analysis – index dekompozíciós elemzés). Mindkét típusnak számos további fajtája létezik. Segítségükkel lehetővé válik az abszolút (additív megközelítés) vagy a relatív (multiplikatív megközelítés) változás összetevőkre bontása, az elmozdulás hatótényezőinek számszerűsítése.

Az EEIOA input-output táblái a gazdaság szerkezeti felépítésén túl bemutatják az egyes ágazatok kapcsolatrendszerét, továbbá a TFC összetételét is. Egyik legfontosabb tulajdonságuk, hogy szimmetrikusak, vagyis bennük az ágazati kibocsátásnak és felhasználásnak meg kell egyeznie egymással (*Szabó* [2015]). A hagyományos input-output táblák számos további kiegészítéssel (energiafelhasználás, üvegházhatású gázok kibocsátása ágazatonként stb.) rendelkezhetnek, melyeket így környezeti input-output tábláknak nevezünk. Ezek a fizikai áramlás- (energiaáramlás-, levegő-

szennyezés-) számlák lehetővé teszik annak elemzését, hogy a gazdaság és a társadalom miként bánik a természeti erőforrásokkal, tevékenységük mekkora környezeti terhelést jelent (*Bóday–Szilágyi* [2013]).

A fő különbség az LCA és az EEIOA között a – módszertanon túl – a felhasználható adatokban rejlik. Az előbbi elvégzését, ami főleg egy termék vagy termékcsoport esetében lehet célravezető, a konzisztens adatok hiánya nehezíti. Ezzel szemben az input-output táblák a világ közel összes országára rendelkezésre állnak, konzisztens adatokat tartalmaznak, valamint robusztusak (*Li et al.* [2014]). Az EEIOA segítségével nemcsak az ökológiai, a karbon-, a nitrogén-, a víz- vagy a biodiverzitás-lábnym mérhető, hanem lehetőség van az energiaáramok rendszerszintű elemzésére is (*Kitzes* [2013]). Ugyanakkor a környezeti input-output tábláknak komoly hátránya, hogy jelentős időbeli késéssel kerülnek összeállításra, illetve feltételezik az egyes ágazatok homogenitását, vagyis azt, hogy az ott előállított termékek és szolgáltatások között nincs különbség (például az alkalmazott technológia, energaintenzitás stb. tekintetében). Ez a probléma azzal küszöbölhető ki, hogy a lehető legnagyobb számú alágazattal dolgozunk. Az elemzések alapját jelentő input-output táblákban szereplő adatok lehetnek monetárisan (leggyakrabban folyó áron, USD-ban), illetve valamilyen fizikai mértékegységben (például tonnában) kifejezve, bár az utóbbiak használatára igen kevés példát találunk (*Szabó* [2015], *Kitzes* [2013]).

Az input-output táblák mind minőségükben, mind az általuk lefedett területet tekintve komoly változáson mentek keresztül a millenniumot követően, mely elsősorban az informatika fejlődésének, valamint a felhőalapú adattárolásnak köszönhető (*Owen et al.* [2017]). Megkülönböztethetjük az SRIO- (single-region input-output – egyrégiós input-output), az IRIO- (interregional input-output – interregionális input-output) és az MRIO-elemzési módszereket (*Owen et al.* [2017], *Yang et al.* [2014]). Az utóbbi elvégzéséhez a kutatók leggyakrabban a következő öt adatbázist használják: EORA, WIOD, OECD ICIO (Inter-country input-output database – Országok közötti összehasonlítást lehetővé tevő input-output adatbázis; lásd bővebben *OECD* [2016]), az ún. EXIOBASE (*EXIOBASE database* [2018]), valamint a GTAP (Global Trade Analysis Project – Globális Kereskedelemelemzési Projekt) adatbázisa. Ahogy arra *Arto–Capellán–Lago* [2014], illetve *Owen et al.* [2017] is felhívják a figyelmet, ezek a környezeti elemzések (MRIO-modellek; például *Kanemoto et al.* [2012], [2014]; *Clarke–Heinonen–Ottelin* [2017]) elsősorban az üvegházhatású gázok kibocsátását (a rejtett emissziót) vizsgálják, az EEIT becslésére csak néhány példát találunk (*Arto–Capellán–Lago* [2014], *Li et al.* [2014], *Hong et al.* [2016], *Gasim* [2015], *Owen et al.* [2017]).

Tanulmányomban környezeti input-output elemzéssel vizsgálom Magyarország energiaadósságát az 1990., 1995., 2000., 2005., 2010. és 2015. években, mely nem terület-, hanem fogyasztásalapú megközelítés (*Owen et al.* [2017]). Lényege, hogy az értékláncban felhasználásra kerülő összes energiát figyelembe veszem (elkerülve

a duplikációt) (*Clarke–Heinonen–Ottelin* [2017]). Az elemzésem során az EORA-adatbázis változatlan áras, egyszerűsített MRIO-táblája (Magyarország, tetszőleges év) volt a kiindulópont. Az EORA-adatbázis 189 országot fed le, Magyarország esetében 61 alágazatra (illetve 61 termékre és szolgáltatásra) vonatkozóan foglal magában adatokat (az 1990 és 2015 közötti időszakra). Minden ország esetében a hazai input-output táblán túl tartalmazza az elsődleges input, a végső felhasználás, illetve az export és az import adatait, valamint a környezeti szatellit számlákat is (az utóbbiakat valamilyen fizikai mértékegységben kifejezve). Az adatbázist részletesen bemutatják *Lenzen et al.* [2012], [2013]. Az EORA-adatbázis nagy előnye, hogy benne hosszú idősorra elérhető az input-output táblák, tartalmazza az energiatartalomhoz kötődő környezeti számlákat, és ingyenesen hozzáférhető. Adatait a UNEP, a UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development – az Egyesült Nemzetek Szervezetének Kereskedelmi és Fejlesztési Konferenciája), az EU és az IMF (International Monetary Fund – Nemzetközi Valutaalap) is felhasználja számos elemzésében (kiadványában), mely szintén megerősíti az adatbázis elfogadhatóságát. Az adatok minőségéről, megbízhatóságáról átfogó értékelés a honlapon olvasható (*EORA* [2018]).

Az input-output táblák (az energiatartalom kivételével) minden tételt egy-egy teljes évre vetítve, USD-ban tartalmaznak, az energiatartalmat pedig, mely nem más, mint az IEA (International Energy Agency – Nemzetközi Energiaügynökség) adatbázisából származó TPES forrás szerinti bontásban, TJ-ban. Az input-output táblák *Szabó* [2015] alapján a B típusú mátrixok csoportjába tartoznak, vagyis „a sorok csak a hazai előállítású termékeket és tevékenységeket részletezik. Egyetlen összevont sorban szerepel az import elosztása, függetlenül az importált termékek ágazati hovatartozásától” (*Szabó* [2015] 5. old.).

3.1. A külkereskedelem primer energiatartalma

Li et al. [2014] tanulmánya alapján megkülönböztetünk importban vagy exportban megtestesülő energiát, azaz primer energiatartalmat (EEI-t és EEE-t). Ezek különbsége adja az EEIT-t, amit *Akizu et al.* [2017] rejtett energiaáramlásnak (hidden energy flows) nevez.

$$EEIT = EEI - EEE$$

Amennyiben az EEIT pozitív, akkor az adott ország a primer energiatartalom nettó importőre, ha negatív, akkor nettó exportőre. Az EEI és az EEE számításának menetét a 2. táblázat mutatja be részletesen.

2. táblázat

A tanulmányban alkalmazott környezeti input-output elemzés lépései

Az elemzési lépés		
sorszáma	megnevezése	leírása
1.	Az MRIO-tábla fő komponenseinek meghatározása; az \mathbf{x} , \mathbf{Z} és \mathbf{f} mátrixok közötti kapcsolat leírása	$\mathbf{x} = \mathbf{Z}_i + \mathbf{f}$, ahol \mathbf{Z} az ún. termelő ágazatoktól a felhasználó ágazatok felé áramló termékeket ábrázoló, közbenső felhasználástábla; \mathbf{f} a TFC területeit tartalmazó, kiegészítő oszlop mátrix; \mathbf{x} a teljes kibocsátás volumenét mutató, kiegészítő oszlop mátrix.
2.	További oldalsó szárnyak (mátrixok) meghatározása	$\mathbf{s} = \begin{bmatrix} s^1 \\ s^2 \\ s^3 \end{bmatrix}$, $\mathbf{h} = \begin{bmatrix} h^1 \\ h^2 \\ h^3 \end{bmatrix}$, ahol \mathbf{s} vektor s_i eleme jelenti az adott ország i . szektorának energiafelhasználását; \mathbf{h} pedig az adott ország háztartásainak energiafelhasználását.
3.	Az adott ország energiafelhasználásának meghatározása	$e = (\mathbf{s})' \mathbf{i} + \mathbf{h}$
4.	A folyó ráfordítási mátrix meghatározása	$\mathbf{A} = \mathbf{Z}(\hat{\mathbf{x}})^{-1}$, ahol $(\hat{\mathbf{x}})$ egy diagonális mátrix.
5.	A Leontief-inverz meghatározása	$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{f}$, $\mathbf{x} = \mathbf{L}\mathbf{f}$, $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$, ahol \mathbf{x} egy standard input-output modell, \mathbf{I} egy egységmátrix, \mathbf{L} a Leontief-inverz.
6.	Az energiakoefficiensvektor meghatározása	$\mathbf{c} = (\hat{\mathbf{x}})^{-1}$, ahol \mathbf{c} energiakoefficiensvektor mutatja az egységnyi outputra eső energiafelhasználást.
7.	A javak és a szolgáltatások előállításához szükséges energiamennyiség meghatározása	$\mathbf{s} = \hat{\mathbf{c}}\mathbf{x} = \hat{\mathbf{c}}\mathbf{L}\mathbf{f}$
8.	A TFC-hez kapcsolódó primer energiatartalom meghatározása	$\mathbf{fp} = \mathbf{c}\mathbf{L}\mathbf{g} + \mathbf{h}$, ahol \mathbf{g} oszlopvektor az ország TFC-jét mutatja.
9.	Az EEE meghatározása	$EEE^1 = \mathbf{c}^1\mathbf{L}^1(\mathbf{f}^{12} + \mathbf{f}^{13}) + \mathbf{c}^1\mathbf{L}^2\mathbf{f}^2 + \mathbf{c}^1\mathbf{L}^3\mathbf{f}^3$
10.	Az EEI meghatározása	$EEI^1 = (c^2L^{21} + c^3L^{31})f^{11} + (c^1L^{12} + c^2L^{22} + c^3L^{32})f^{21} + (c^1L^{13} + c^2L^{23} + c^3L^{33})f^{31}$
11.	Az EEIT meghatározása	$EEIT = EEI - EEE$

Megjegyzés. Itt és a továbbiakban TFC (total final consumption): teljes végső energiafelhasználás; EEE (energy embodied in exports): export primer energiatartalma; EEI (energy embodied in imports): import primer energiatartalma; EEIT (energy embodied in international trade – külkereskedelem primer energiatartalma).

Forrás: Arto *et al.* [2016] 5. old., Arto–Capellán–Lago [2014] 142–144. old. és Szabó [2015] 4. old. alapján saját szerkesztés.

A 2. táblázatban szereplő 1–4. lépések tulajdonképpen csak a kiinduló input-output tábla leírását, illetve a szükséges formázási, szerkesztési lépéseket összegzik (lásd részletesen Szabó [2015]). A 4. lépésben végezzük el a folyó ráfordítási (más néven ágazati kapcsolati) mátrix meghatározását, ami a ráfordítási együtthatókat tartalmazza. Ezek az együtthatók mutatják meg, hogy milyen mennyiségű iparági inputra van szükség egységnyi output előállításához. Kiszámításukkal olyan kérdésekre kaphatunk választ, minthogy a kibocsátás egységnyi növelése milyen hatással lesz az egyes alágazatokra, illetve – például egy kiválasztott alágazatban – mennyi input előállítását tudjuk elkerülni, ha egy egységgel csökkentjük az outputot (lásd bővebben Schaffartzik *et al.* [2014]). A Leontief-féle inverz segítségével számítjuk ki azt, hogy a TFC egységnyi növeléséhez mennyi direkt és indirekt input mennyiség szükséges, továbbá annak mekkora a pótlólagos energiafelhasználása (5. és 6. lépés). A 7. lépés során meghatározzuk a javak és a szolgáltatások előállításához szükséges összes energia mennyiséget, majd a 8–10. lépésekben ebből becsüljük a hazai TFC-hez kapcsolódó primer energiataralmat, továbbá az EEE-t és az EEI-t. Itt jegyzem meg, az elemzés során feltételezem (hasonlóan Lindner–Guan [2014] szerzőpárhoz), hogy az import energiaintenzitása megegyezik a hazai termelés ágazati megfelelőjének intenzitásával, tekintettel arra, hogy a származási országra vonatkozóan nem állnak rendelkezésre ezek az adatok. A 11. lépés során az EEIT (más néven ETB [energy trade balance – energiakereskedelmi mérleg]) az EEI és az EEE különbségéből adódik.

3.2. A primer energialábnym

Egy adott ország TPEF-jét a következőképpen számszerűsíthetjük (Akizu *et al.* [2017] 18050. old.):

$$TPEF = TPES + EEIT.$$

A TPEF értelmezhető egyfajta korrigált TPES-ként is. Azt mutatja meg, hogy egy fogyasztói társadalom saját létéhez, elért fejlettségi szintjének fenntartásához mennyi energiát használ fel (direkt és indirekt módon) egy adott időszakban. Tartalmazza tehát a TPES-t, továbbá az EEIT-t.

Az EEIT számszerűsítése elvezet az energiaadósság témaköréhez, mely egyfajta ökológiai adósság (Akizu *et al.* [2017]). Becslése számos módszertani problémát vet fel, mivel az ezzel kapcsolatos módszertan még nem kiforrott (tekintettel arra, hogy maga a fogalom is igen új).

Kiinduló hipotézisem szerint a folyó fizetési mérleg (illetve ennek részmérlege, a külkereskedelmi mérleg) és az EEIT között szoros, negatív korreláció áll fenn. Vagyis azokban az időszakokban, amikor a mérleg szufficites (tehát a külkereske-

delmi esetében az export meghaladja az importot), az EEE meghaladja az EEI-t, így az EEIT értéke negatív (vagyis az ország a primer energiataralom nettó exportőre).

4. Eredmények

A 3. táblázat Magyarország részletes energiamérlegét mutatja be az IEA összeállítása [2018] alapján. Ez a statisztika szintén területi alapon készül, vagyis az ország területén felhasznált energiamennyiségen alapul, függetlenül attól, hogy azt ki vásárolta meg, vagy ki fogyasztotta el (Arto *et al.* [2016]). Az energiamérleg célja, hogy bemutassa egy adott ország TPES-ét, valamint TFC-jét, illetve rávilágítson a kettő közötti különbséget okozó fő veszteségekre.

3. táblázat

Magyarország részletes energiamérlege

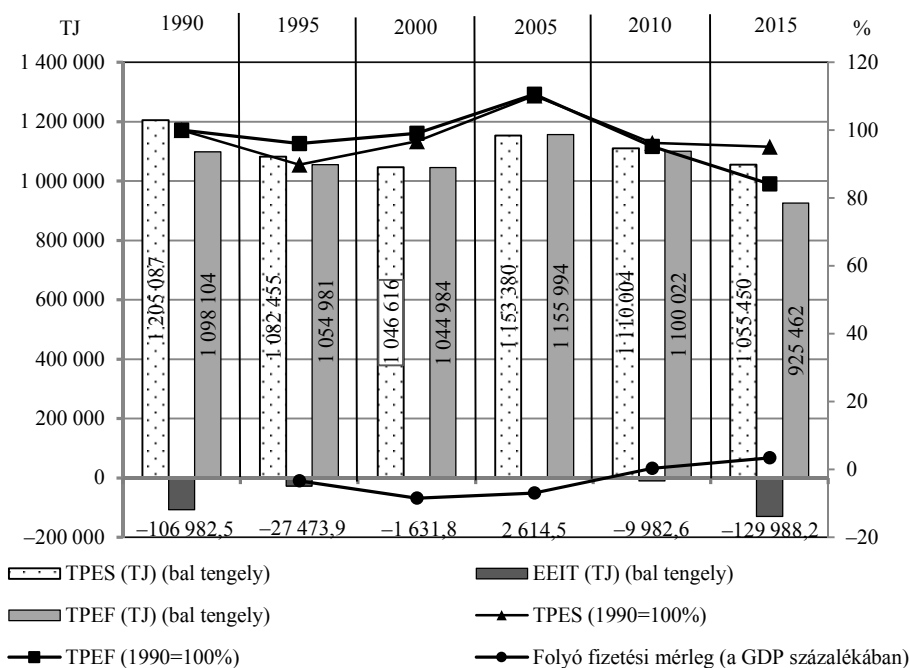
A Nemzetközi Energiaügynökség energiamérleg-kategóriája		1990 (PJ)	2015 (PJ)
A. TPES	Termelés	615	473
	Import	665	757
	Export	-73	-189
	Nemzetközi légi közlekedés	-7	-8
	Készletváltozás	4	21
	<i>Összesen</i>	<i>1 204</i>	<i>1 054</i>
B. Statisztikai különbség, átalakítási és hálózati veszteség, erőművi önfogyasztás	Statisztikai különbség	26	9
	Energiaszektor átalakítási vesztesége	-266	-210
	Energiaszektorba tartozó ágazatok fogyasztása	-57	-40
	Hálózati veszteségek	-30	-22
	<i>Összesen</i>	<i>-327</i>	<i>-263</i>
C. TFC	Ipar	261	166
	Közlekedés	123	177
	Egyéb	416	368
	Ebből lakosság	281	250
	Nem energetikai felhasználás	76	82
	<i>Összesen</i>	<i>876</i>	<i>793</i>
	Ebből TFEC	800	711

Megjegyzés. Itt és a továbbiakban, TPES (total primary energy supply): teljes primer energiafelhasználás.
Forrás: IEA [2018] adatai alapján saját szerkesztés.

1990 és 2015 között 12,4 százalékkal (150 PJ-lal) csökkent hazánkban a TPES, míg a TFC ennél kisebb mértékben, 9,5 százalékkal (83 PJ-vel). A két érték közötti különbség – Laczó [2018] alapján – elsősorban azzal magyarázható, hogy az ipari szerkezetváltással jelentősen megnőtt a külföldi importtermékek aránya a fogyasztásban, ugyanakkor azok primerenergia-szükséglete a partnereknél került elszámolásra. Ehhez hozzájárul még az is, hogy egyre nagyobb arányban importáljuk a villamos energiát, ami a hazai statisztikákban 100 százalékos hatásfokkal szerepel, tehát a primerenergia-szükséglet szintén nem Magyarországot terheli.

Globálisan igaz az, hogy a másodlagos (származtatott) energiahordozók előállításának hatásfoka nem éri el a 70 százalékot (*IEA [2018]*), tehát a primer energia körülbélül egyharmada elvész az átalakítás, az átalakítási szektor rendszervesztése miatt (*Laczó [2018]*). Sokan nem véletlenül hangsúlyozzák, hogy az egyik legnagyobb energiaforrás magának az energiahatékonyságnak a javítása. Ez a veszteség hazánkban is magas – bár elmarad a világtól – 1990-ben 29,3, 2015-ben 25,8 százalék volt. Szektoronként vizsgálva az adatokat kijelenthető, hogy Magyarországon a lakossági energiafelhasználás mértéke (2015-ben 31,5 százalék) a teljes TFC-n belül meghaladja/meghaladta mind a közlekedését (2015-ben 22,3 százalék), mind az iparét (2015-ben 20,9 százalék).

2. ábra. A TPES, az EEIT, a TPEF, továbbá a folyó fizetési mérleg alakulása Magyarországon



A 2. ábra számos összefüggésre világít rá. Nemcsak Magyarország EEIT-jének, hanem – ezzel szoros korrelációban – a folyó fizetési mérlegének, a TPEF-ének és a TPES-ének az alakulását is bemutatja. Az adatok alapján Magyarország 2005 kivételével a vizsgált időszakban nettó exportőr volt a primer energiatartalom tekintetében.

Amennyiben az 1990. évihez viszonyítjuk a primerenergia-felhasználást, valamint az EEIT változását, érdekes következtetésekre juthatunk. A továbbiakban ezeket fejtem ki részletesen. 1993-tól 2009-ig negatív volt a folyó fizetési mérleg egyenlege, jelentős volt a passzívum, pozitívba csak 2010-ben fordult. Ennek részlete a külkereskedelmi mérleg, mely a *Világbank* [2018] adatai szerint 1990-ben, 1996/1997-ben, illetve 2007 és 2015 között pozitív volt, (tehát ezekben az években Magyarország exportja meghaladta az importot) a többi vizsgált évben viszont deficites. Ez alapján azt várhatnánk, hogy az 1995., 2000. és 2005. években (amikor az ország külkereskedelmi mérlegében nagy volt a hiány) az EEIT pozitívba fordult, vagyis hazánk a primer energiatartalom nettó importőrévé vált. Ennek ellenére az EEIT értéke 2005-öt leszámítva mindvégig negatív volt (tehát Magyarország nettó exportőrné bizonyult a primer energiatartalom tekintetében). Így felmerül a kérdés, vajon az EEIT 1995-ben, illetve 2000-ben miért nem követte a külkereskedelmi mérleg alakulását. A válasz az export, valamint az import termékstruktúrájában keresendő.

A rendszerváltás előtt a KGST-n (Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsán) belüli kereskedelmi kapcsolatok sugaras jellegűek voltak, melyet a Szovjetunió dominált; a szovjet típusú iparosítás pedig a nyersanyagigényes nehézipar elsődlegességére épült. Magyarország, mivel csak drágán kitermelhető, szerény mennyiségű nyersanyagbázissal rendelkezik, jelentős mértékben rá volt utalva a szovjet beszerzési forrásokra (ennek részletes áttekintését adja *Köves* [2003]). E két tényező (a sugaras külkereskedelmi kapcsolatok, illetve a nehézipar erőltetett fejlesztése) eredményeként az ország kivitelében magas volt a géphányad, melyet *Jánossy* [1969] kvázi fejlettségnek nevez (kiemelés *Köves* [2003] tanulmányából), arra utalva, hogy azt az ország fejlettsége nem tette indokolttá.

Hazánk külkereskedelme 1989/1990 után jelentős változásokon ment keresztül. A korábbi kereskedelmi kapcsolatok a KGST-vel megszűntek, megváltozott a külkereskedelmi relációs és áruszerkezete, átalakult az ipari szerkezet, lezajlott a gazdasági szerkezetváltozás. A termelési és exporttámogatások jelentős része megszűnt, megteremtődött a valuta teljes konvertibilitása. Nemcsak a külkereskedelmi termékstruktúrája, hanem annak földrajzi orientációja is megváltozott. A volt szocialista országok szerepe csökkent, ugyanakkor az EU tagországainak súlya jelentősen megnőtt (az 1990-es évek végére részesedésük a teljes kivitelben meghaladta a 70 százalékot) (*Nagy* [2008]). Ezzel párhuzamosan a külkereskedelmi volumene is szignifikáns változásokon ment keresztül: 1998-ban a kereskedelmi nyitottság mértéke már meghaladta az adott évi GDP-t, mely azóta csak 2009-ben szenvedett el átmeneti visszaesést. (Lásd a 4. táblázatot.) Általában a kicsi, nyitott országok rendelkeznek

a magyarországihoz hasonló, magas értékekkel, így (a külkereskedelmi nyitottság esetében) a *Világbank* adatbázisa [2018] szerint például Belgium, Csehország, Észtország, Hollandia, Szlovénia és Malajzia.

4. táblázat

Magyarország termelés és fogyasztás alapján számított energiafelhasználásának alakulása

Megnevezés	1991	1995	2000	2005	2010	2015
Kereskedelmi nyitottság (külkereskedelem aránya a GDP-hez viszonyítva, %)	58,27	78,26	136,99	127,35	158,35	171,57
Exportpenetráció	4,30*	5,92	8,57	9,48	10,90	12,27
Herfindahl–Hirschman- (piaci koncentrációs) index	0,34*	0,16	0,13	0,11	0,08	0,09

Megjegyzés. *1992 évi adat.

Forrás: A *WITS* [2018] és a *Világbank* [2018] adatai alapján saját szerkesztés.

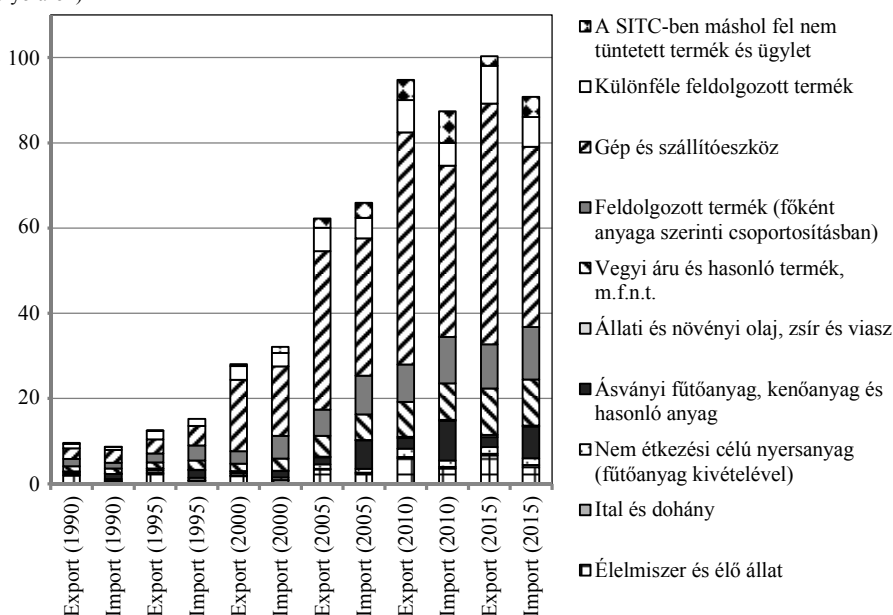
Az exportpenetráció egy adott termék esetében tulajdonképpen az export- és az importpartnerek számának hányadosát jelenti. Minél nagyobb az értéke, annál inkább lefedi az exportőr ország termékével az elérhető piacokat. A kisebb érték a még kiaknázatlan expanziós lehetőségekre utal. A Herfindahl–Hirschman-index a külkereskedelmi termékforgalom (a kivitel) szórását mutatja a partnerek között. Értéke minél közelebb van a nullához, annál diverzifikáltabb a kivitel földrajzi eloszlása (*WITS* [2018]). A 4. táblázatban szereplő két mutató (vagyis az exportpenetráció és a Herfindahl–Hirschman-index) szintén az előbb leírtakat erősíti meg, vagyis az export felfutását a termékforgalom értéke és a volumene tekintetében.

A 3. ábra folyó áron mutatja be Magyarország exportjának és importjának árufőcsoportonkénti alakulását. Az adatok változatlan áron jobban összehasonlíthatók lennének, de adathiány miatt erre nincs lehetőség (mind a UN Comtrade, mind a KSH adatbázisa [*KSH* [2010]] folyó áron biztosítja az adatközlést). A *UN Comtrade* [2018] adatai szerint 1990-ben (vagyis a rendszerváltáskor) még pozitív volt a Nem élekezési célú nyersanyag (fűtőanyag kivételével), a Feldolgozott termék (főként anyaga szerinti csoportosításban), valamint a Különféle feldolgozott termék elnevezésű árufőcsoportok mérlege, 1995-re viszont mindhárom negatívvá vált (elsősorban a nehézipar kényszerű leépülése következtében), illetve jelentős romlás volt tapasztalható a Vegyi áru és hasonló termék, m.f.n.t., illetve a Gép és szállítóeszköz árufőcsoportok esetében is. 1995-ben ez még nem jelentett olyan mértékű változást, hogy Magyarország a primer energiatartalom nettó importőrévé váljon (bár az EEIT abszolút értéke közel 75 százalékkal visszaesett, –106 982 TJ-ről –27 474 TJ-ra válto-

zott). 2000-ben a negatív külkereskedelmi mérleg ellenére pozitív folyamatok indultak meg: csökkent az ásványi fűtő-, kenő- és hasonló anyag importja, ugyanakkor több mint ötszörösére nőtt (1995-höz képest) a Gép és szállítóeszköz árufőcsoport exportja. Ez utóbbi 2000-ben az export 60 százalékát, az import 51 százalékát tette ki. Általánosságban dominánssá vált az ipari export, vagyis elsősorban a magas kivitelű géphányad, ami az EEIT alakulására is hatással volt (így fordulhatott elő, hogy az ország negatív külkereskedelmi mérleg mellett is nettó exportőre volt a primer energiataralomnak). (Lásd a 3. ábrát.)

3. ábra. Az export és az import alakulása árufőcsoportonként Magyarországon

Milliárd USD
(folyó áron)



Megjegyzés. A jelmagyarázatban szereplő árufőcsoportok a SITC (Standard International Trade Classification – Egységes Külkereskedelmi Termékjegyzék) osztályozásán alapulnak. Itt és a Függelék ábrájánál, m.f.n.t.: máshol fel nem tüntetett.

Forrás: A UN Comtrade [2018] adatai alapján saját szerkesztés.

Mint azt már bemutattam, a TPEF a TPES, valamint az EEIT segítségével számítható ki. Magyarország esetében a TPEF a 2005. évet leszámítva alacsonyabb volt, mint a TPES, 1990-ben és 1995-ben 91,12, illetve 97,46 százaléka, 2015-ben pedig, a pozitív külkereskedelmi mérlegnek köszönhetően, már „csak” 87,68 százaléka annak. (Lásd az 5. táblázatot.) Tehát 2015-ben már 12,32 százalékkal fogyasztottunk kevesebbet, mint a TPES (mely ekkor 1 055 450 TJ volt). Magyarország azon kevés fejlett

országok egyike, amelynek TPEF-je a vizsgált időszakban nem érte el a TPES értékét. *Gasim* [2015] tanulmánya szerint (ami 2009-es adatokon alapul) ugyanez a helyzet állt fenn az EU tagországai közül Dánia, Bulgária, Csehország, Hollandia, Lengyelország, Luxemburg, Finnország, Észtország, Málta és Svédország esetében is.

5. táblázat

Magyarország termelés és fogyasztás alapján számított energiafelhasználásának alakulása

Megnevezés	1990	1995	2000	2005	2010	2015
TPES (TJ)	1 205 087	1 083 355	1 046 616	1 174 381	1 110 004	1 055 450
EEIT (TJ)	-106 982	-27 474	-1 632	2 615	-9 983	-129 988
TPEF (TJ)	1 098 104	1 055 881	1 044 984	1 176 996	1 100 022	925 462
TPEF/TPES (%)	91,12	97,46	99,84	100,22	99,10	87,68

5. Az energiaadósság kritikája – vita

Muradian–Martinez-Alier [2001] kritikus hangvételű tanulmányukban az Észak és Dél közötti környezeti konfliktusra, Észak „ökológiai dömpingjére”, az „ökológiai imperializmusra” hívják fel a figyelmet. Érvelésük szerint a fejlődő országokban a környezetszennyező, erőforrás-intenzív ágazatok fejlődnek, míg a fejlett országok megtehetik azt, hogy tisztább technológiát alkalmazzanak, miközben alapvetően nem változtatnak fogyasztói szokásaikon. Álláspontom szerint ez rendkívül szélsőséges vélemény, és igen egyoldalú. Nem szabad figyelmen kívül hagynunk a vállalatok, az alágazatok áttelepülésével (a korábban leírt outsourcing jelenségével) járó „spillover” (továbbgyűrűző) hatásokat. Ezek a működőtőke-beruházások végeredményben hozzájárulnak az adott ország fejlődéséhez (illetve gazdasági növekedéséhez), pozitív hatásuként javul az ott élők életminősége. Az utóbbi kihat a HDI-re, és ezzel párhuzamosan az energiafelhasználásra is (mind a fajlagos, mind az abszolút adat nő). Tehát nem lehet egyszerűen következtetést levonni egy adott ország energiaadósságára vonatkozóan az EEIT-adatokból, a módszertan további fejlesztésére van szükség. Ugyanakkor a tárgykör – újszerűsége dacára – hozzájárulhat az energiafelhasználás (talán) „demokratikusabb” számbavételéhez, és ezáltal a klímavédelmi célkitűzések hatékonyabb teljesítéséhez.

6. Összefoglalás

A témában végzett kutatások hozzájárulhatnak a klímátárgyalásokon képviselt álláspontok felülvizsgálatához, az egyes országok felelősségének átértékeléséhez. A fejlődő országok – élükön Kínával – már 2009 óta hangsúlyozzák, hogy például az exportált javakhoz és szolgáltatásokhoz kapcsolódó emisszió az importőr országoknál kellene, hogy elszámolásra kerüljön (lásd *BBC News* [2009]). Nyilván ez enyhítene a közös, de megkülönböztetett felelősség elvén, a fejlett országok nagyrésze azonban elutasítja ezt a kezdeményezést.

A fenntartható fejlődésre fókuszáló környezetpolitikák egyik célkitűzése az energiafelhasználás és a GDP szétválasztása. Fontosnak tartom hangsúlyozni, hogy nem elegendő a TFC/TPES és a gazdasági növekedés közötti ok-okozati kapcsolat megszakítása (mely csak ún. virtuális szétválást eredményezhet), a TPEF számbavételére is szükség van, hiszen valódi eredmények csak így érhetőek el.

Tanulmányomban az EEIOA segítségével számszerűsítettem Magyarország energiaadósságát az 1990., 1995., 2000., 2005., 2010. és 2015. évekre vonatkozóan. Elemzésem kiindulópontjául az EORA-adatbázis változatlan áras MRIO-táblája (Magyarország, tetszőleges év) szolgált. Az eredmények alapján a következő következtetések fogalmazhatók meg az 1990–2015-ös időszak tekintetében:

1. Magyarország a 2005. év kivételével a primer energiatartalom nettó exportőre volt annak ellenére, hogy külkereskedelmi mérlege nemcsak 2005-ben, de 1995-ben és 2000-ben is deficitese volt. Az eltérés a külkereskedelem termékstruktúrájával (vagyis a specializációval) magyarázható.

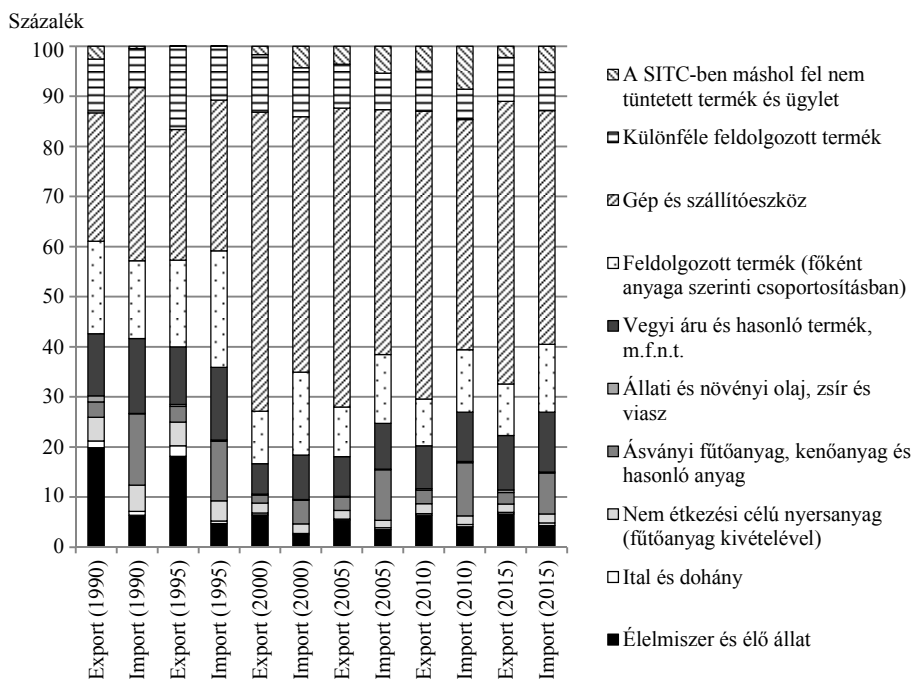
2. Magyarország példája alapján kijelenthető, hogy egy fejlett ország is lehet a primer energiatartalom nettó exportőre.

3. Az eredmények felhívják a figyelmet a helyben megtermelt termékek és szolgáltatások fogyasztásának fontosságára, a helyi gazdaság fejlesztésének szükségességére. Csak tudatos fogyasztás (környezettudatosság, társadalmilag felelős fogyasztás) révén érhetőek el érdemi változások a fenntartható fejlődés megvalósításában, a környezeti terhelés csökkentésében.

4. Az EEIOA-val végzett számítások pontosságát (az EEIT tekintetében) nagymértékben javítaná, ha az MRIO-elemzéshez alkalmas táblák nemcsak monetáris alapon tartalmoznák az adatokat, hanem valamilyen fizikai mértékegységben is.

Függelék

Az export és az import árucsoportok szerinti megoszlása Magyarországon



Megjegyzés. A jelmagyarázatban szereplő árucsoportok a SITC (Standard International Trade Classification – Egységes Külkereskedelmi Termékjegyzék) osztályozásán alapulnak.

Forrás: A UN Comtrade [2018] adatai alapján saját szerkesztés.

Irodalom

- AKIZU, O. – URKIDI, L. – BUENO, G. – LAGO, R. – BARCENA, I. – MANTXO, M. – BASURKO, I. – LOPEZ-GUEDE, J. M. [2017]: Tracing the emerging energy transitions in the Global North and the Global South. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 42. No. 28. pp. 18045–18063. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.04.297>
- ARTO, I. – CAPELLÁN-PÉREZ, I. – LAGO, R. – BUENO, G. – BERMEJO, R. [2016]: The energy requirements of a developed world. *Energy for Sustainable Development*. Vol. 33. August. pp. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.04.001>
- ARTO, I. – CAPELLÁN, I. – LAGO, R. [2014]: *The Energy Footprint of Human Development*. XIV. Jornadas de Economía Crítica – Perspectivas económicas alternativas. 4–5 septiembre. Valladolid. http://www5.uva.es/jec14/comunica/A_EEMA/A_EEMA_6.pdf
- BÓDAY P. – SZILÁGYI G. [2013]: A környezeti számlák szerepe a fenntarthatóság mérésében. *Statistikai Szemle*. 91. évf. 8–9. sz. 870–889. old.

- BRADSHAW, M. J. [2010]: Global energy dilemmas: a geographical perspective. *The Geographical Journal*. Vol. 176. No. 4. pp. 275–290. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2010.00375.x>
- CALVERT, K. [2016]: From ‘energy geography’ to ‘energy geographies’: perspectives on a fertile academic borderland. *Progress in Human Geography*. Vol. 40. No. 1. pp. 105–125. <https://doi.org/10.1177/0309132514566343>
- CHEN, G. Q. – ZHANG, B. [2010]: Greenhouse gas emissions in China 2007: inventory and input-output analysis. *Energy Policy*. Vol. 38. No. 10. pp. 6180–6193. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.004>
- CLARKE, J. – HEINONEN, J. – OTTELIN, J. [2017]: Emissions in a decarbonised economy? Global lessons from a carbon footprint analysis of Iceland. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 166. November. pp. 1175–1186. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.108>
- ERTSEY A. – MEDGYASSZAY P. [2014]: *Fenntartható építészet útmutató*. Európéeurópai Fejlődésért és Együttműködésért Közhasznú Alapítvány, Regionalna rozvojova agentura Dolny Zemplin. http://www.igylakunk.hu/fenntarthato_fejlodes/Fenntarthato_beliv_jav.pdf
- GASIM, A. A. [2015]: The embodied energy in trade: What role does specialization play? *Energy Policy*. Vol. 86. November. pp. 186–197. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.043>
- HONG, J. – SHEN, G. Q. – GUO, S. – XUE, F. – ZHENG, W. [2016]: Energy use embodied in China’s construction industry: a multi-regional input-output analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 53. January. pp. 1303–1312. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.068>
- KANEMOTO, K. – LENZEN, M. – PETERS, G. P. – MORAN, D. D. – GESCHKE, A. [2012]: Frameworks for comparing emissions associated with production, consumption, and international trade. *Environmental Science & Technology*. Vol. 46. No. 1. pp. 172–179. <https://doi.org/10.1021/es202239t>
- KANEMOTO, K. – MORAN, D. – LENZEN, M. – GESCHKE, A. [2014]: International trade undermines national emission targets: new evidence from air pollution. *Global Environmental Change*. Vol. 24. January. pp. 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.09.008>
- KITZES, J. [2013]: An introduction to environmentally-extended input-output analysis. *Resources*. Vol. 2. No. 4. pp. 489–503. <https://doi.org/10.3390/resources2040489>
- KÖVES A. [2003]: A KGST-kereskedelemtől az EU-csatlakozásig. *Közgazdasági Szemle*. L. évf. Szeptember. 765–778. old. <http://www.epa.oszk.hu/00000/00017/00095/pdf/04Koves.pdf>
- KSH (KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL) [2010]: *Magyarország 1989–2009. A változások tükrében*. Budapest. https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mo/mo1989_2009.pdf
- LACZÓ Z. [2018]: Magyarország vizualizált éves energiamérlege. *Magyar Energetika*. 25. évf. 1. sz. 18–25. old.
- LENZEN, M. – KANEMOTO, K. – MORAN, D. – GESCHKE, A. [2012]: Mapping the structure of the world economy. *Environmental Science & Technology*. Vol. 46. No. 15. pp. 8374–8381. <https://doi.org/10.1021/es300171x>
- LENZEN, M. – MORAN, D. – KANEMOTO, K. – GESCHKE, A. [2013]: Building eora: a global multi-regional input-output database at high country and sector resolution. *Economic Systems Research*. Vol. 25. No. 1. pp. 20–49. <https://doi.org/10.1080/09535314.2013.769938>
- LI, J. S. – CHEN, G. Q. – WU, X. F. – HAYAT, T. – ALSAEDI, A. – AHMAD, B. [2014]: Embodied energy assessment for Macao’s external trade. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 34. June. pp. 642–653. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.038>

- LINDNER, S. – GUAN, D. [2014]: A hybrid-unit energy input-output model to evaluate embodied energy and life cycle emissions for China's economy. *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 18. No. 2. pp. 201–211. <https://doi.org/10.1111/jiec.12119>
- MURADIAN, R. – MARTINEZ-ALIER, J. [2001]: Trade and the environment: from a 'Southern' perspective. *Ecological Economics*. Vol. 36. No. 2. pp. 281–297.
- NAGY ZS. [2008]: A magyar külkereskedelem a rendszerváltozást követően. *Agrártudományi közlemények (Acta Agraria Debreceniensis)*. 29. sz. 145–154. old. https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/81484/file_up_Nagy_Zs_v%C3%A9g%C5%91_ACTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OWEN, A. – BROCKWAY, P. – BRAND-CORREA, L. – BUNSE, L. – SAKAI, M. – BARETT, J. [2017]: Energy consumption-based accounts: a comparison of results using different energy extension vectors. *Applied Energy*. Vol. 190. March. pp. 464–473. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.089>
- SCHAFFARTZIK, A. – SACHS, M. – WIEDENHOFER, D. – EISENMENGER, N. [2014]: *Environmentally Extended Input-Output Analysis*. Social Ecology Working Paper. No. 154. Institute of Social Ecology, Alpen-Adria-Universität. Vienna. <https://www.aau.at/wp-content/uploads/2016/11/working-paper-154-web.pdf>
- STEINBERGER, J. K. – ROBERTS, J. T. [2010]: From constraint to sufficiency: the decoupling of energy and carbon from human needs, 1975–2005. *Ecological Economics*. Vol. 70. No. 2. pp. 425–433. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.014>
- SZABÓ N. [2015]: A regionális input-output táblák becslési módszerei. *Területi Statisztika*. 55. évf. 1. sz. 3–27. old.
- TAKÁCS I. [2014]: A megújuló és nem megújuló energiahordozókra alapozott erőművi technológiák energia megtérülési rátája és externáliái (CO₂). In: *Tompos A. – Ablonczyné Mihályka L. (szerk.): „A tudomány és a gyakorlat találkozása” Kautz Gyula Emlékkonferencia 2014. június 17. elektronikus formában megjelenő kötete*. 12 pp. <http://kgk.sze.hu/images/dokumentumok/kautzkiadvany2014/TakacsIstvan.pdf>
- UN (UNITED NATIONS) [1998]: *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. <https://unfccc.int/sites/default/files/kpeng.pdf>
- UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME) [2011]: *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth*. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. Paris. <http://www.resourcepanel.org/reports/decoupling-natural-resource-use-and-environmental-impacts-economic-growth>
- WORLD ENERGY COUNCIL [2017a]: *World Energy Scenarios 2017*. London. https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/LAC-Scenarios_summary-report_English_WEB_2017.05.25.pdf
- WORLD ENERGY COUNCIL [2017b]: *World Energy Trilemma Index 2017. Monitoring the Sustainability of National Energy Systems*. London. <https://www.worldenergy.org/publications/2017/world-energy-trilemma-index-2017-monitoring-the-sustainability-of-national-energy-systems/>
- WTO (WORLD TRADE ORGANIZATION) [2017]: Developing economies' participation in world trade. *World Trade Statistical Review*. Geneva. pp. 58–71. https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2017_e/WTO_Chapter_06_e.pdf
- WU, S. – LEI, Y. – LI, L. [2015]: Resource distribution, interprovincial trade, and embodied energy: a case study of China. *Advances in Materials Science and Engineering*. June. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/910835>

- YANG, R. – LONG, R. – YUE, T. – SHI, H. [2014]: Calculation of embodied energy in Sino-USA trade: 1997–2011. *Energy Policy*. Vol. 72. Issue C. pp. 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.024>
- ZHANG, N. – LIOR, N. – JIN, H. [2011]: The energy situation and its sustainable development strategy in China. *Energy*. Vol. 36. Issue 6. pp. 3639–3649. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.01.035>

Internetes források

- BBC NEWS [2009]: *China seeks export carbon relief*. 17 March. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7947438.stm>
- EORA DATABASE [2018]: <https://www.worldmrio.com/>
- EUROSTAT [2018]: *Database*. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- EXIOBASE DATABASE [2018]: <https://www.exiobase.eu/>
- GTAP DATABASE [2018]: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>
- IEA [2018]: *Energy Balances Statistics*. <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2015&country=HUNGARY&product=Balances>
- IMF (INTERNATIONAL MONETARY FUND) [2017]: *World Economic and Financial Surveys. World Economic Outlook. Database – WEO Groups and Aggregates Information*. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/01/weodata/groups.htm>
- OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT) [2016]: *OECD Inter-Country Input-Output (ICIO) Tables, 2016*. <http://www.oecd.org/sti/ind/inter-country-input-output-tables.htm>
- UN COMTRADE [2018]: *Database*. <https://comtrade.un.org/data>
- VILÁGBANK [2018]: *Database*. <https://data.worldbank.org/>
- WIOD (WORLD INPUT-OUTPUT TABLES) DATABASE [2018]: <http://www.wiod.org/home>
- WITS [2018]: *Trade summary – Hungary*. <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/HUN/Year/2016/Summary>

Summary

One of the greatest challenges of the 21st century is to achieve a shift toward a resource efficient, green and low-carbon economy. The results attained so far (mainly by the developed countries) can be made clear if not only the direct energy use is quantified but also the hidden energy flows realized in international trade are considered. The study highlights the main limitations of regular energy statistics on primary energy production and final energy consumption. Based on EORA database, an environmentally extended input-output analysis is carried out and the energy embodied in the Hungarian international trade between 1990 and 2015 is calculated. Conclusions are drawn about the primary energy footprint of the country. The findings suggest that in the last 25 years (with the exception of 2005) Hungary was a net exporter of the energy embodied in international trade, which can be explained by her trade structure. The study gives a critical overview of energy debt.