

Energiafelhasználás és gazdasági növekedés a visegrádi négyekben: abszolút vagy relatív szétválás?

Energy use and economic growth in the Visegrád Four countries: absolute or relative decoupling?

SZLÁVIK JÁNOS, SEBESTYÉNNÉ SZÉP TEKLA

SZLÁVIK János: egyetemi tanár, Eszterházy Károly Egyetem, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar; 3300 Eger, Eszterházy tér 1.; szlavik.janos@uni-eszterhazy.hu; <https://orcid.org/0000-0002-8273-9794>

SEBESTYÉNNÉ SZÉP Tekla: egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Világ- és Regionális Gazdaságtan Intézet; 3515 Miskolc-Egyetemváros; regtekla@uni-miskolc.hu; <https://orcid.org/0000-0001-9985-1881>

KULCSSZAVAK: energiafelhasználás; gazdasági növekedés; szétválás; ökológiai lábnyom

ABSZTRAKT: A rendszerváltást követően a visegrádi négyek gazdaságának energiaintenzitása csökkenő tendenciát mutat. Hosszú távon ezen országok gazdaságai az energia csökkenő vagy csökkenő növekedési ütemű felhasználása mellett fejlődhetnek, ami hozzájárul a gazdasági és környezeti fenntarthatósághoz és közvetve a környezeti terhelés csökkenéséhez. A technológiai fejlődés, a gazdasági struktúra változása lehetővé teszi, hogy a termelés és a lakosság igényeinek a kielégítése kevésbé energiaintenzív módon történjen.

Tanulmányunkban kétféle szétválási tényező számításával vizsgáljuk a visegrádi négyekben (Lengyelország, Csehország, Szlovákia és Magyarország) a végső energiafelhasználás és a gazdasági növekedés (erőforrás-)szétválását 1990 és 2015 között. Következtetéseket vonunk le a hatásszétválásról, felhasználva a vizsgált országok ökológiai lábnyomát és biokapacitását. Az elemzésben kiemelt figyelmet szentelünk azon időszakoknak, melyek során a gazdaság recesszióba került.

Eredményeink szerint a rendszerváltást követő mintegy két és fél évtized során többségben voltak azok az évek, amikor megvalósult az erőforrás-szétválás abszolút vagy relatív formája. Ugyanakkor a 2009–2013-as időszak strukturális törésként értelmezhető, ezekben az években a vizsgált országokban a gazdasági növekedés és az energiafelhasználás szétválása nem valósult meg. Ebben a periódusban a gyenge negatív, az erős negatív és az expanzív negatív irányú szétválásra találunk példát. Elemzésünk alapján kijelenthető, hogy a szétválás nem egy állandósult folyamat, akár másfél évtizednyi szétválást követően is megfordulhat a pozitív tendencia. Az ökológiai lábnyomok elemzéséből arra következtethetünk, hogy az energiatermelést vizsgálva a termelésszétválás mellett érzékelhető hatásszétválás is.

János SZLÁVIK: professor, Faculty of Economics and Social Sciences, Eszterházy Károly University; Eszterházy tér 1., H-3300 Eger, Hungary; szlavik.janos@uni-eszterhazy.hu; <https://orcid.org/0000-0002-8273-9794>



Tekla SEBESTYÉNNÉ SZÉP: senior lecturer, Institute of World and Regional Economics, Faculty of Economics, University of Miskolc; H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Hungary; regtekla@uni-miskolc.hu; <https://orcid.org/0000-0001-9985-1881>

KEYWORDS: energy consumption; economic growth; decoupling; ecological footprint

ABSTRACT: A core question and main objective of sustainability theory is to maintain economic activity with decreasing resource use and environmental impact. The greatest challenge of the current century is to shift toward the green, low-carbon economy and to use resources more effectively.

After the regime change, energy intensity significantly improved in the Visegrád Four countries. In the long run, economic development can go together with decreasing energy contributing to economic and environmental sustainability and, indirectly, to the reduction of environmental impact. Technological development and economic structure changes allow production to meet people's needs in a less energy-intensive way.

In this study, we applied two different decoupling indicators to examine the delinking of the energy consumption from economic growth and the decoupling of natural resource use from economic growth (or resource decoupling) in the Visegrád Four countries (Poland, Czechia, Slovakia and Hungary) during the 1990–2015 period. In light of these results, we draw conclusions about impact decoupling (i.e. decoupling environmental impacts from economic growth) using ecological footprint and biocapacity data. The paper pays special attention to the economies' recession years. Our decoupling effect estimations are optimistic: these economies performed absolute or relative decoupling during a significant part of the considered period. However, we consider the 2009–2013 intervals a structural break, because in these years we did not detect decoupling and only found weak negative, strong negative and expansive negative decoupling. This suggests that decoupling does not become a permanent process: even after one and half decades (such as for Poland between 1994 and 2009), the positive tendency can turn around. The analysis of the ecological footprint also shows that examining energy consumption reveals not only resource decoupling but also impact decoupling.

The decoupling process is an important sign for decision makers of a country to assess the effectiveness of their environmental policy. There are many devices allowing delinking energy consumption from economic growth including industrial production restructuring and supporting energy efficiency and saving policies.

Bevezetés

A fenntartható fejlődés témájának egyik központi kérdése és célja, hogy a gazdasági fejlődés csökkenő mértékű erőforrás-felhasználás és környezeti terhelés mellett valósuljon meg. Századunk egyik legnagyobb kihívása az alacsony karbonintenzitású, az erőforrásokat hatékonyan használó zöld gazdaság felé történő elmozdulás. Az 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 szétválásra törekvés szerepe kulcsfontosságú lehet a fenntartható gazdálkodás megvalósításában.

A szétválás (decoupling) mint környezeti célkitűzés számos stratégiában (pl. OECD 2002) megjelenik. Az OECD (2002) megfogalmazása szerint a szétválás nem más, mint a gazdaság hajtóerői (gazdasági növekedés, GDP-növekedés) és a

környezeti terhelés közötti kapcsolat megszakítása. A környezeti terhelés a szennyezésen túl kapcsolódhat az energiaforrások, egyéb természeti erőforrások (kiemelten a víz és a föld) felhasználásához, ez alapján megkülönböztetünk erőforrás- és hatásszétválást (UNEP 2011). A szétválás nagysága szerint lehet relatív (gyenge) és abszolút (erős). Előbbi akkor áll fenn, ha az adott környezeti paraméter növekedési rátája alacsonyabb, mint a gazdasági indikátoré (ez általában a GDP). Az abszolút szétválás igen ritka, ebben az esetben az erőforrás-termelékenység növekedési rátája meghaladja a gazdasági növekedés ütemét (Kerekes 2007).

Globális szinten az UNEP 2007-ben megalapította az IRP-t (International Resource Panel), mely 2011-es jelentésében összefoglalta a szétválás elméleti hátterét és módszertanát. Az Európai Unió pedig az Európa 2020 dokumentumban (Európai Bizottság 2010) – amelynek előzménynek tekinthető a Lisszaboni stratégia (Európai Bizottság 2005), illetve az Európai Unió fenntartható fejlődés stratégiája (Európai Bizottság 2001) – a gazdaság zöldítése mellett foglalt állást, melyet alacsonyabb környezeti terheléssel és az erőforrások hatékonyabb felhasználásával kíván elérni.

Tanulmányunkban kétféle szétválási tényező kiszámításával vizsgáljuk a visegrádi négyekben (Lengyelország, Csehország, Szlovákia és Magyarország) a végső energiafelhasználás és a gazdasági növekedés (erőforrás-)szétválását 1990 és 2015 között. Az elemzés öt részre osztható: a bevezetést követően összefoglaljuk a témában végzett elméleti és empirikus kutatások legfontosabb eredményeit. A módszertani áttekintés tartalmazza a számításokhoz alkalmazott képleteket, továbbá az értelmezés metodikáját. Az eredmények fejezetben értékeljük az erőforrás- és hatásszétválást, felhasználva a vizsgált országok ökológiai lábnyomát és biokapacitását. A konklúzió tartalmazza legfontosabb következtetéseinket.

Elméleti háttér

Az erőforrás-termelékenység és a hatékonyságnövelés gondolata a 19. század közepén (pl. Jevons 1866) is megjelenik. Úttörő munkának számít Weizsäcker, Lovins és Lovins (1997) tanulmánya, mely amellel érvel, hogy a rendelkezésre álló technológiák mellett az erőforrás-termelékenység megnégyesítható lenne. Szintén szorosan kapcsolódik a szétválás elméletéhez az ökohatékonyság kérdésköre, mely magában foglalja az anyag- és energiaintenzitás, továbbá a hulladék és az emisszió csökkentését, az újrahasznosítást, a megújuló energiaforrások fokozottabb felhasználását, a termékek élettartamának növelését, illetve a dematerializációt (Huppes, Ishikawa 2009; Tóthné Szita 2007). Az ökohatékonyság mértékét vizsgálja tanulmányában Szigeti, Tóth, Szabó (2017), az ökológiai lábnyom és a gazdasági növekedés szétválásából következtetve az ökohatékonyság mértékére.

A gazdasági növekedés és a környezeti terhelés szétválására vonatkozó tanulmányok több szempontból csoportosíthatóak (1. táblázat). Egy részük a klímaváltozással összefüggésben az emissziót helyezi a középpontba, másik részük pedig az energiafelhasználást. Találunk egy országról szóló (pl. Grand 2016), egy országcsoportot felölelő (pl. Wang et al. 2013), továbbá globális elemzést is (pl. Bithas, Kalimeris 2013; Cserekyei, Stern 2015). Nemcsak a teljes nemzetgazdaságra vonatkozó, de a szektorális elemzések (pl. Andreoni, Galmarini 2012) is egyre gyakoribbak. A legtöbb számítás igazolja a szétválást (elsősorban a relatív szétválást), de nem beszélhetünk egy állandósult folyamatról. Szabó (2006) példaként hozza fel, hogy a települési hulladék és a közlekedési eredetű szennyezőanyag-kibocsátás a legtöbb OECD-országban még gyenge szétválást sem mutat.

Az elmúlt évek kutatásai közül kiemelkedik Bithas, Kalimeris (2013), továbbá Grand (2016) tanulmánya. Az előbbi vizsgálatának középpontjában a világ energiatermelése, illetve annak szerkezete áll. A tanulmány a fosszilis energiaforrásokból (szén, kőolaj, földgáz) származó primerenergia-termelés és a globális, egy főre jutó GDP esetleges szétválását vizsgálja a 20. század elejétől. Munkájuk jelentős újítása, hogy fajlagos adatokkal dolgoznak, illetve az energia felhasználása helyett annak termelésére fókuszálnak. Érvelésük szerint indikátoraikkal kifejezhető az, hogy a gazdaság által megtermelt javak felhasználása humán célokra történik, továbbá így számba vehető a világ demográfiai trendjeinek hatása a szétválásra.

A nemzetgazdasági szintű vizsgálatok jellemzően a gazdaság teljesítményét leíró GDP-t és egy környezetileg fontos változó alakulását viszonyítják egymáshoz (Szabó 2006), ugyanakkor ez utóbbiakra nemcsak a gazdasági növekedésért elsődlegesen felelős gazdasági szervezetek vannak hatással, hanem egyéb szektorok is, mint például a közlekedés vagy a háztartások. Tehát úgy tűnhet, hogy ezek az indikátorok eltérő gazdasági szereplőkre, illetve eltérő struktúrájú tevékenységekre vonatkoznak, vagyis az összevetés koncepcionálisan hibás (bár a gazdasági növekedés és a háztartások, illetve a közlekedési szektor energiafelhasználása közötti erős korrelációs kapcsolat vitathatatlan). Azonban ez az elmentmondás csak látszólagos. Mind a Világbank (World Bank 1992), mind az UNEP (2011) amellet érvel, hogy az emberiség jóléte a természeti erőforrásokon alapul, így az energián, a vízbázisokon, termőföldön és egyéb nyersanyagokon. Ugyanakkor a gazdasági növekedés ezen erőforrások mind intenzívebb felhasználását idézi elő, komoly környezeti terhelést okozva. Vagyis az erőforrások, illetve az erőforrás-felhasználás biztosítja elméleti szinten a kapcsolatot a gazdasági teljesítmény és a környezeti terhelés között. Az említett kiadványok értelmezése szerint „a természeti értékeket mint anyagi erőforrásokat célzottan használják fel az emberi tevékenységekhez valamilyen gazdasági érték előállítására” (UNEP 2011, 2.). Ez indokolja például Kína elemzésénél a GDP és primer energiafelhasználás összevetését (UNEP 2011, 113.). Jelen tanulmánynak nem célja a szétválás elméleti megalapozottságának a vizsgálata, hanem a meglévő gyakorlat (1. táblázat) alapján az elemzések kiterjesztése a viseigrádi négyekre.

1. táblázat: A szétválás hivatkozott szakirodalmának rövid összefoglalása
Summary of the cited decoupling literature

Publikáció	Vizsgált indikátorok	Területegység és időtartam	Alkalmazott módszertan	Eredmény
Szigeti et al. (2017)	Ökológiai lábnyom, GDP (PPP)	2009, 154 ország	Pearson-féle korrelációs együttható, eloszlásdiagram, R ²	vegyes eredmények
Grand (2016)	Emisszió (CO ₂ -egyenérték), GDP (millió \$AR, 1993-as áron)	1990–2012, Argentína	szétválasztási tényező (OECD, UNEP), D _{es} , D _t	vegyes eredmények
Lin, Beidari, Lewis (2015)	szén-dioxid-kibocsátás (tonna), GDP (USD, 2005. évi áron)	1990–2012, Dél-afrikai Köztársaság	szétválasztási tényező (OECD, UNEP)	vegyes eredmények
Csereklyei, Stern (2015)	egy főre eső globális energiafelhasználás (J), egy főre jutó reál GDP (PPP, US\$, 1971. évi áron)	1971–2010, globális vizsgálat	ökonometriai módszer	relatív szétválás
Bithas, Kallimeris (2013)	energia-termelés (exajoule), GDP/fő (1990, nemzetközi Geary-Khamis \$)	1900–2009, globális vizsgálat	szétválasztási tényező (UNEP)	időszakos relatív szétválás
Andreoni, Galmarini (2012)	szén-dioxid kibocsátás (tonna), energiafelhasználás (toe), GDP (milliárd EUR, 2000. évi áron), szektorális adatok	1998–2006, Olaszország	indexdekompozíciós elemzés	az emisszió esetében relatív szétválás
Wang et al. (2013)	primer energiafelhasználás (toe), kén-dioxid-kibocsátás (tonna), hazai kitermelés (DEU, tonna), GDP (US\$, 2000. évi áron)	2000–2007, Kína, Oroszország, Japán, USA	szétválasztási tényező (OECD, UNEP), IPAT-formula	vegyes eredmények
Zhang, Wang (2013)	villamosenergia felhasználás (Mtce), GDP (milliárd yuan, 1978-as áron)	1991–2009, Kína	indexdekompozíciós elemzés	vegyes eredmények
UNEP (2011)	átfogó vizsgálat, több tématerület: emisszió, olajforrások, energia, víz és szennyvíz, szilárd hulladék, föld, biodiverzitás; politikai ajánlások	Németország, Dél-afrikai Köztársaság, Kína, Japán	szétválasztási tényező (UNEP)	vegyes eredmények
Mulder, de Groot (2004)	energiafelhasználás (10 ipari al-szektorra; ktoe), gazdasági növekedés (%)	1970–1997, 14 OECD-tagország	indexdekompozíciós elemzés	vegyes eredmények
OECD (2002)	31 tényező (környezeti indikátorok és szektorális adatok), GDP (PPP, 1995. évi áron)	1990–1999, OECD-tagországok	szétválasztási tényező (OECD)	vegyes eredmények

Grand (2016) jelentős hozzájárulását a téma szakirodalmához elsősorban az általa kidolgozott összefoglaló táblázat adja (a későbbiekben ezt részletesen bemutatjuk), mely az eredmények értelmezését segíti elő, és olyan lehetséges eseteket is bemutat, melyek korábban kimaradtak az elemzésekből és az értékelésekből.

A szétválás mérésének nincs általánosan elfogadott és egységes módszertana (1. táblázat). A leggyakrabban az OECD (2002) és az UNEP (2011) által kidolgozott képletet (illetve a szétválási tényezőt) alkalmazzák (a későbbiekben ezeket részletesen bemutatjuk). Az ezredfordulót követően több olyan tanulmány született (pl. Csereklyei, Stern 2015), amely ökonometriai számításokkal vizsgálja a jelenséget. Emellett jellemzőek a különböző indexdekompozíciós módszerek (pl. Mulder, de Groot 2004; Zhang, Wang 2013), melyek módszertanukat tekintve rokon vonásokat mutatnak a Nemes Nagy (2005) által használt shift-share elemzéssel (mindkét esetben a számítás célja egy aggregált adat tényezőkre bontása).

Módszertan

Jelen tanulmány célja elsősorban az energiafelhasználás és a gazdasági növekedés közötti (erőforrás)szétválás elemzése. Az eredmények tükrében következtetéseket vonunk le a hatásszétválásról, felhasználva a vizsgált országok ökológiai lábnyomát és biokapacitását. Az erőforrásszétválást az említett indikátorok növekedési rátájával mérjük:

$$e = \frac{EC_t - EC_0}{EC_0} = \frac{EC_t}{EC_0} - 1,$$

ahol e az energiafelhasználás növekedési üteme, EC az energiafelhasználás, t a tárgyidőszak, 0 a bázisidőszak.

$$g = \frac{GDP_t - GDP_0}{GDP_0} = \frac{GDP_t}{GDP_0} - 1,$$

ahol g a gazdasági növekedés rátája, a GDP a gazdasági növekedés, t a tárgyidőszak, 0 a bázisidőszak.

A szétválás tanulmányozásához az energaintenzitás növekedési ütemét számszerűsítjük:

$$i = \frac{\left(\frac{EC_t}{GDP_t}\right) - \left(\frac{EC_0}{GDP_0}\right)}{\frac{EC_0}{GDP_0}} = \frac{EC_t}{GDP_t} / \frac{EC_0}{GDP_0} - 1.$$

A szétválást kétféle indikátorral mérjük. Módszertani tekintetben úttörő az OECD 2002-es kiadványa, mely a szétválási tényezőt az alábbiak szerint határozza meg (OECD 2002, 19.):

$$\text{szétválási arány} = \frac{EP_t/DF_t}{EP_0/DF_0},$$

ahol EP a környezeti hatás (environmental pressure), DF a hatótényező (driving force), t a tárgyidőszak, 0 a bázisidőszak. Ez alapján a szétválási tényező:

$$\text{szétválási tényező} = 1 - \text{szétválási arány} = 1 - \frac{EP_t/DF_t}{EP_0/DF_0}.$$

Lássuk be (visszatérve az energaintenzitás növekedési ütemére), hogy a szétválási tényező $= -i$. A továbbiakban – a jobb követhetőség érdekében – a szétválási tényezőt D_0 -val jelöljük. Amennyiben $D_0 > 0$, akkor a két vizsgált tényező alakulása elválik egymástól (vagyis csökken az energaintenzitás), teljesül a szétválás. D_0 maximumértéke 1. Ha $D_0 \leq 0$, akkor nem valósul meg a szétválás, nő az energaintenzitás.

Egyszerűsége miatt ezt a mutatót számos tanulmányban használják, de itt hívnánk fel a figyelmet a mutató korlátaira. Értékéből abban az esetben lehet következtetni a szétválásra, ha az energaintenzitás csökken. Olyan eset is előfordulhat, amikor az intenzitás nem csökken, de a gazdaság nő, vagy csökken ugyan az energaintenzitás, de azon okból, hogy a gazdasági növekedés stagnál vagy hanyatlak (Grand 2016).

A következő, UNEP (2011) által kidolgozott szétválási indikátor már további értelmezésekre is lehetőséget ad, de az említett problémát ez sem képes orvosolni. Grand (2016) alapján a D_ε szétválási tényező levezetése (az előző egyenlet jobb oldala) a következők szerint is történhet. Az energiafelhasználás t tárgyidőszakban az alábbiak szerint írható le:

$$EC_t = GDP_t * \left(\frac{EC_t}{GDP_t}\right).$$

Feltételezve, hogy a GDP növekedési rátája g , az energaintenzitás esetében ez i , így az előző egyenlet az alábbiak szerint írható át:

$$EC_t = GDP_0 * (1 + g) * \left(\frac{EC_0}{GDP_0}\right) * (1 + i).$$

Az energiafelhasználás változásának üteme így:

$$e = \frac{EC_t - EC_0}{EC_0} = \frac{EC_t}{EC_0} - 1 = \frac{GDP_0 * (1+g) * \left(\frac{EC_0}{GDP_0}\right) * (1+i)}{GDP_0 * \left(\frac{EC_0}{GDP_0}\right)} - 1 = (1 + g) * (1 + i) - 1 = g + i + g * i.$$

Vagyis:

$$D_\varepsilon = \frac{e}{g} = \frac{g+i+g*i}{g}.$$

A lehetséges eredmények értelmezését segíti az 2. táblázat, mely 13 különböző esetet összegez. A továbbiakban ezeket mutatjuk be részletesen.

A legrosszabb eset, ha $i > 0$, vagyis a gazdaság energaintenzitása nő, vagyis nincsen szétválás. Ennek három fokozata van: expanzív negatív szétválás, gyenge negatív szétválás és erős negatív szétválás (1., 9. és 11. eset). Az első esetben mind az energiafelhasználás, mind a gazdaság növekedési rátája pozitív, az energiafelhasználás növekedési üteme meghaladja a gazdaság bővülését.

2. táblázat: A szétválást mérő indikátorok lehetséges esetei
Possible cases of decoupling indicators

Eset	e	g	i	$D_0=-i$	$D_e=e/g=(g+i+g^*i)/g$
1.	>0	>0	>0	<0 nincs szétválás	>1 expanzív negatív szétválás
2.	$e=g>0$	>0	$=0$	$=0$ nincs szétválás	$=1$ expanzív összetartás
3.	>0	>0	<0	>0 szétválás	$>0, i>-g/(1+g); <1$ gyenge szétválás
4.	$=0$	>0	<0	>0 szétválás	$=0, i=-g/(1+g)$ nem értelmezhető
5.	<0	>0	<0	>0 szétválás	$<0, i<-g/(1+g)$ erős szétválás
6.	$e=i>0$	$=0$	>0	<0 nincs szétválás	$\rightarrow +\infty$ nem értelmezhető
7.	$e=g=i=0$	$=0$	$=0$	$=0$ nincs szétválás	határozatlan, nem értelmezhető
8.	$e=i<0$	$=0$	<0	>0 szétválás	$\rightarrow -\infty$ nem értelmezhető
9.	<0	<0	>0	<0 nincs szétválás	$>0, i<-g/(1+g); <1$ gyenge, negatív szétválás
10.	$=0$	<0	>0	<0 nincs szétválás	$=0, i=-g/(1+g)$ nem értelmezhető
11.	>0	<0	>0	<0 nincs szétválás	$<0, i>-g/(1+g)$ erős negatív szétválás
12.	$e=g<0$	<0	$=0$	$=0$ nincs szétválás	$=1$ recesszív összetartás
13.	<0	<0	<0	>0 szétválás	>1 recesszív szétválás

Megjegyzés: világosszürke szín jelöli azokat az eseteket, amikor a gazdaság stagnál; sötétszürke szín pedig azokat, amikor recesszióban van.

Forrás: Grand (2016, 653.) alapján saját szerkesztés.

A kilencedik esetben ezek csökkennek (de az energiafelhasználás kisebb mértékben, mint a gazdaság), a tizenegyedik eset, ha a recesszió ellenére nő az energiafelhasználás. A 2., 7. és a 12. esetben az energiafelhasználás és a gazdaság növekedési rátája megegyezik (bár a változás iránya esetenként más-más), egyik esetben sem valósul meg a szétválás. A gyakorlatban a statisztikai adagyűjtés és adatszolgáltatás sajátosságai miatt ez nagyon ritkán fordulhat elő.

Megvalósul a szétválás, bár mértéke gyenge a 3. esetben. Ekkor az energiafelhasználás és a gazdaság növekedési rátája pozitív, de az energiaintenzitás változásának üteme csökkenő (tipikusan ez a relatív szétválás). Abszolút vagy erős szétválást mutat az 5. eset, amikor bár prosperál a gazdaság, az energiafelhasználás mégis csökken (így az intenzitás is). A 13. esetben a gazdaság recesszióban van, az energiafelhasználás is csökken, recesszív (rejtett) szétválásról beszélhetünk. A 4. és 10. esetben az energiafelhasználás változásának üteme, a 6. és 8. esetben a gazdaság növekedési rátája nulla, egyik esetben sem értelmezhető a D_e , csak a D_0 . Ez alapján szétválásról csak a 4. és 8. esetben beszélhetünk, a 6. és a 10. esetekben nem.

Grand (2016) az egyes esetek értelmezésénél különbséget tesz a gazdasági növekedés szempontjából. Amennyiben a gazdaság növekedési rátája csökkenő (tehát recesszióban van az adott ország), akkor megfordul az eddigi értelmezés. Ilyen esetekben a relatív szétválás jobb, mint az abszolút, hiszen az energiaintenzitás mindkét esetben nő, de az előbbi esetben (9. eset) kevésbé, mint az utóbbiban (11. eset). Ha a gazdaság zsugorodik, akkor a legkevésbé rossz eset a recesszív szétválás (13. eset): ekkor mind az energiaintenzitás, mind a gazdaság csökken, az előbbi nagyobb mértékben, így az energiaintenzitás is csökken.

Számításainkhoz az Eurostat (2016) és a Világbank (World Bank 2016) adatbázisát használjuk fel. Az 1990–2015 között eltelt két és fél évtizedet vizsgáljuk. A vizsgálat tárgyát földrajzi értelemben Csehország – az ábrákon CZ –, Szlovákia – SK –, Lengyelország – PL – és Magyarország – HU – képezi, vagyis a visegrádi együttműködés (V4) országai.

Az elemzett két fő indikátorunk a végső energiafelhasználás és a gazdasági növekedés. Előbbi indikátor a végső fogyasztó részére a fogyasztás helyéig elszállított energiát jelenti, minden energiafelhasználási célt ideértve. (Az adatok forrása az Eurostat; mértékegysége 1000 toe.) A vásárlóerő-paritásos, 2011-es árakon mért GDP-t (az adatok forrása a Világbank; mértékegysége a nemzetközi dollár) használjuk elemzésünkben, az adatok összehasonlíthatósága érdekében. Itt jegyeznénk meg, hogy elemzésünk meghatározó részét az erőforrás-szétválás teszi ki. Az energiafelhasználás szerkezetét, továbbá azt, hogy ez importból vagy hazai bázisból valósul-e meg, csak korlátozottan vesszük figyelembe.

Mivel a komplex környezeti hatás számszerűsítésére a vizsgált régióban nem állnak rendelkezésre megbízható statisztikai adatsorok, így az ökológiai lábnyomot felhasználva követjük nyomon a hatásszétválást. Az ökológiai lábnyom azt fejezi ki, hogy „egy adott emberi társadalomnak milyen mennyiségű földre és vízre van szüksége az általa elfogyasztott anyagi javak előállításához és a megtermelt hulladék elnyeléséhez adott technológia mellett. Más szavakkal a felhasznált környezet »mennyiségét« méri és hasonlítja össze azzal, hogy mennyi áll a rendelkezésre” (ez utóbbit a biokapacitás definiálja) (Global Footprint Network 2016). (Az adatok forrása a Global Footprint Network 2016; mértékegysége a globális földhektár.)

Többen felhívják a figyelmet arra (így Sorrell 2010), hogy a szétválás irodalma döntően a fenntarthatóság szempontjából elfogadhatatlan gazdasági növekedésre fókuszál. Véleményünk szerint azonban a szétválás alapvető kiindulópontja, hogy miként lehet az egyes országokban folyó gazdasági tevékenységeket (melyek nagyrészt energiafelhasználással járnak) elválasztani a pótlólagos energiafelhasználástól. Az előbbi mérésére mind a mai napig a GDP a legalkalmasabb, ez az, amely a gazdasági tevékenységeket a legalaposabban számba veszi, tekintet nélkül arra, hogy az az adott nemzet állampolgárainak jóléte szempontjából pozitív vagy negatív volt (hasonlóan érvel Szendi 2016). Ez alapján a gazdasági növekedés és az energiafelhasználás közötti kapcsolat vizsgálata képet adhat a fenntartható gazdálkodás felé való elmozdulásról, illetve az attól való távolodásról. Több fenntarthatósági indikátor (pl. ISEW, GPI) is a GDP-re alapoz (Szlávik 2013). Továbbá számításainkban olyan eseteket is vizsgálunk, amikor a gazdaság recesszióba került, ami megoldást jelenthet a jelzett konfliktus feloldására.

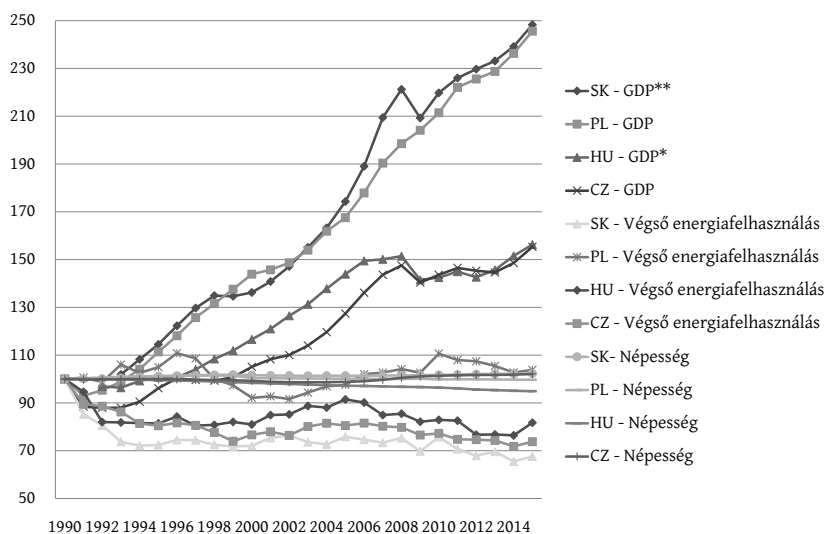
Eredmények

Minden ágazat, minden gazdasági szektor (primer, szekunder, terciér) energiaintenzitása jelentősen eltér egymástól (lévén, hogy eltérő energiaszerkezettel rendelkeznek). A gazdasági struktúra és az energiafelhasználás között erős a kapcsolat (Judson, Schmalensee, Stoker 1999). Ezáltal egy ország energiaintenzitását két tényező befolyásolja: az egyes szektorok részaránya a nemzetgazdaságban, illetve ezek energiahatékonysága. Nyilvánvaló, ha a kis energiaintenzitású iparágak aránya jelentős a nemzetgazdaságban, és növekedésük gyors, akkor az energiaintenzitás csökkenni fog (Schultz 2005).

A rendszerváltást követően a visegrádi négyekben erőteljesen csökkent az energiafelhasználás (és javult a gazdaságok energiaintenzitása), melynek fő oka az egyes szektorok energiahatékonyságának növekedése volt (intenzitási hatás; amely a technológiai fejlődésnek, illetve a termelékenység javulásának köszönhető). A strukturális hatás (vagyis a gazdasági szektorok közötti átrendeződés) elsősorban a kezdeti években éreztette a hatását, de ha az azóta eltelt több mint két évtizedet vizsgáljuk, kijelenthető, hogy jelentősége messze elmarad az intenzitási hatástól (Sebestyén Szép 2012).

Az 1. ábra a leírt folyamatokat tükrözi. A gazdasági növekedés ellenére Csehországban, Szlovákiában és Magyarországon erőteljesen csökkent az energiafel-

1. ábra: A GDP (vásárlóerő-paritás, konstans 2011-es árakon), a végső energiafelhasználás (toe) és a népesség alakulása a visegrádi négyekben (1990–2015, 1990=100%)
The trends of GDP (purchasing power parity, 2011 prices), final energy consumption (toe) and population in Visegrád countries (1990–2015, 1990=100%)



Megjegyzés: * bázisév: 1991, ** bázisév: 1992.

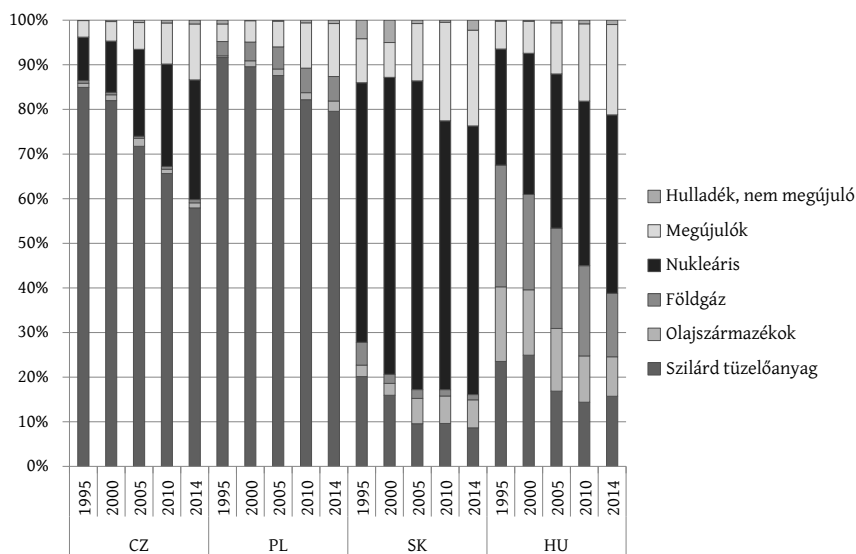
Adatok forrása: World Bank (2016).

használás, javult a nemzetgazdaságok energaintenzitása, miközben a népességszám számottevően nem változott (Csehországban és Szlovákiában kis mértékben nőtt, Magyarországon csökkent). Kivételt az utolsó két vizsgált év jelent Magyarországon. Ekkor részben a választásokra tekintő gazdaságpolitika, részben az uniós források intenzív lehívása, az újonnan kiépült járműipari kapacitások, illetve az állami rezsicsökkentési program hatásaként újból növekedésnek indult a végső energiafelhasználás (lásd bővebben Sebestyénné Szép 2018). Lengyelországban a mutató nagyjából közelít a rendszerváltás körüli szinthez, melynek elsősorban a háztartási, a közlekedési és a szolgáltató szektor növekvő energiaigénye az oka (csökkenés tulajdonképpen csak az ipari szektorban ment végbe).

Az energiafelhasználás szerkezetében is jelentős változások mentek végbe (2. ábra). A vizsgált időszakban – köszönhetően az európai uniós célkitűzéseknek – jelentősen nőtt a megújulók részesedése a primerenergia-felhasználásban, elsősorban a szén és olaj rovására. A fenntarthatóság szempontjából óriási jelentősége van annak, hogy megújuló vagy nem megújuló energiaforrásokat használunk, illetve hogy a szétválás melyik energiaforrás esetében valósul meg. Ez a választás mind az ökológiai lábnyom, mind a biokapacitás szempontjából meghatározó, amire a későbbiekben részletesen kitérünk.

Az abszolút adatokat vizsgálva kijelenthető, hogy a szilárd tüzelőanyagokból származó energiafelhasználás jelentősen csökkent a visegrádi négyek-

2. ábra: A primerenergia-felhasználás forrás szerinti alakulása a visegrádi négyekben (1995–2014, %) *Primary energy consumption by source in the Visegrád countries (1995–2014, %)*



Adatok forrása: Európai Bizottság (2016).

ben, ami főleg a kiöregedett szénérművek bezárásának köszönhető. A megépített új erőművek elsősorban a régieket helyettesítik, és nem az igénynövekedés volt a fő oka a beruházásoknak (Stróbl 2013). A szilárd tüzelőanyagok részaránya szignifikánsan csökkent Csehországban és Lengyelországban, viszont Magyarországon és Szlovákiában a kezdeti visszaesés után a stagnálás jelei tapasztalhatók. A földgáz-, illetve olajtüzelésű erőművek által előállított villamos- és hőenergia jelentősége alacsonynak mondható Csehországban, azonban Lengyelországban, Szlovákiában és Magyarországon még mindig komoly szerepet játszanak az energiaellátásban. A képet jelentősen árnyalja Kékes és Lipcsei (2015) elemzése, miszerint az elmúlt évtizedre általánosan jellemző, hogy a jó hatásfokú, újonnan épített kombinált ciklusú erőművek többsége igen alacsony kihasználtsággal üzemel vagy kihasználatlanul áll. A prognózisok szerint a jövőben szerepük csökkenése várható, melyet kismértékben ellensúlyozhat a közlekedés (elsősorban a szállítási igények és a gépkocsiharasztás bővülése miatti) növekvő kőolajszármazék-felhasználása (GKI Energiakutató Kft. 2016).

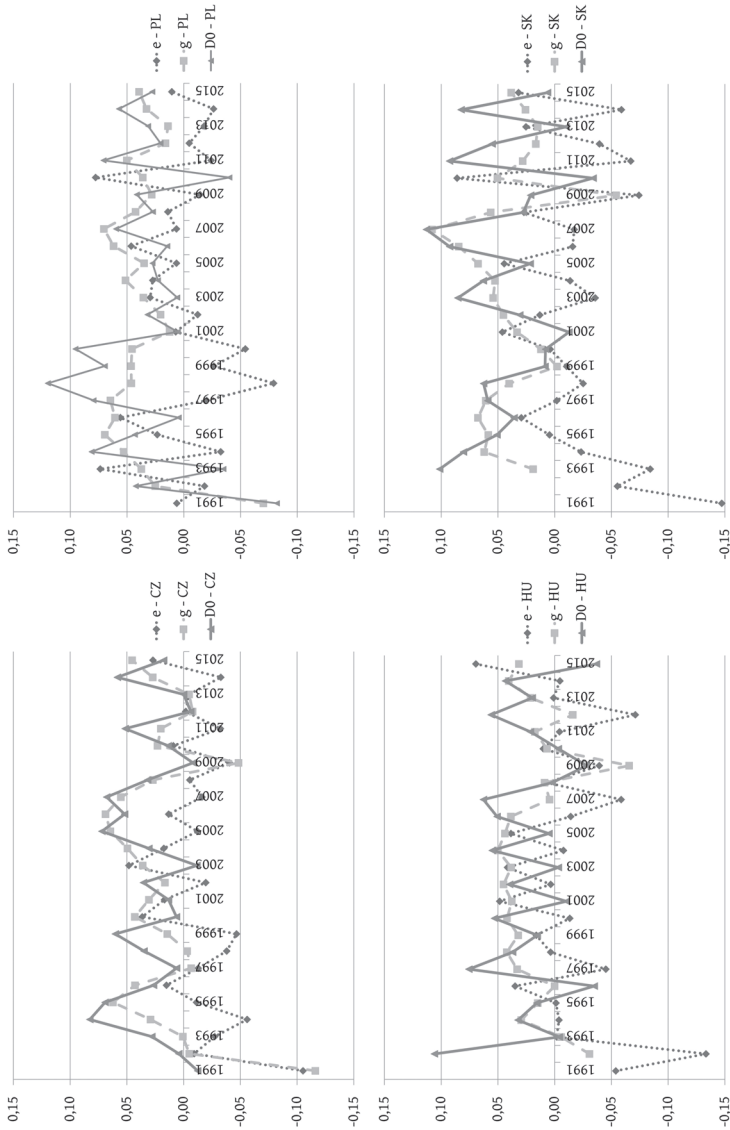
Amennyiben a gazdasági növekedés három lehetséges esete (gazdasági növekedés, stagnálás és recesszió) alapján elemezzük a kapott eredményeket (3. táblázat, 3. ábra), akkor Lengyelország önálló csoportot alkot, hiszen az 1991-es évet leszámítva a gazdasági növekedés rátája mindig pozitív volt. 1991-ben a gazdaság hanyatlása mellett is nőtt – átmenetileg – az energiafelhasználás (11. eset) rontva a gazdaság energiaintenzitását, ami erős, negatív irányú szétválásként (tehát valójában összetartásként) értelmezhető. A gazdaságilag prosperáló években mindössze két olyan évet találunk, amikor nem valósul meg a szétválás (1. eset): 1993-ban és 2010-ben az energiafelhasználás a gazdaság bővülését meghaladó ütemben nőtt, az energiaintenzitás fokozódott, ami expanzív, negatív irányú szétválást (ez a legrosszabb opció) eredményezett. A fennmaradó időszakban az abszolút és relatív szétválás esetei váltják egymást, az előbbi többször valósul meg, mint az utóbbi. A megvalósuló szétválást támasztja alá korábbi kutatásunk (Sebestyén Szép 2013), melyben az energiafelhasználás és a gazdasági növekedés oksági kapcsolatát elemeztük Kelet-Közép-Európában, 1990–2009 között. Az eredmények szerint Lengyelországban nem mutatható ki közvetlen, oksági kapcsolat (grangeri értelemben vett kauzalitás) a két változó között.

3. táblázat: A szétválás megvalósult esetei a vizsgált országokban (1990–2015)
The realized cases of decoupling in the examined countries (1990–2015)

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
CZ	9	13	5	5	5	3	13	13	5	3	3	5	1	3	5	3	5	5	9	3	5	13	11	5	3
HU		13	9	5	5	1	5	3	3	5	1	3	1	5	3	5	5	3	9	1	5	13	1	3	1
PL	11	5	1	5	3	3	5	5	5	5	3	5	3	3	3	3	3	3	5	1	5	5	5	5	3
SK			5	5	3	3	5	5	13	3	1	3	5	5	3	5	5	3	13	1	5	5	1	5	3

Megjegyzés: világosszürke szín jelöli a szétválás kevésbé ideális esetét; sötétszürke szín pedig azt, amikor nem valósul meg a szétválás. Az esetek számozását lásd a 2. táblázatban.

3. ábra: Az energiafelhasználás (e), a gazdasági növekedési ráta (g) és a szétválási tényező (D_0) a visegrádi négyekben (1990–2015)
 The trends of energy consumption (e), economic growth rate (g) and decoupling factor (D_0) in Visegrád countries (1990–2015)



Adatok forrása: Eurostat (2016), World Bank (2016).

Csehország gazdasága erősen függ a világgazdasági ciklusoktól, hiszen 1991, 1992, 1997, 1998, 2009, 2012 és 2013 években az ország recesszióba került, és bár (2013 kivételével) az energiafelhasználás változásának üteme is csökkent, mégsem valósult meg abszolút vagy relatív szétválás. 1991-ben és 2009-ben (9. eset) a gazdaság növekedési rátájának csökkenése kismértékben, de meghaladta az energiafelhasználás visszaesését, ez a gyenge, negatív irányú szétválás esete. 2013-ban (13. eset) a gazdaság visszaesése ellenére nőtt az ország energiafelhasználása (így az energiaintenzitás is), ami erős, negatív irányú szétválást eredményezett. 1992, 1997, 1998 és 2012 években (13. eset) a szétválás recesszív: az energiafelhasználás a gazdasági visszaesést meghaladóan csökken. 2003-ban a szétválás expanzív negatív (1. eset), az energiaintenzitás értéke romlik. Lengyelországhoz hasonlóan a fennmaradó időszakban (17 év) az abszolút és relatív szétválás esetei váltják egymást, bár az előbbi többször valósul meg, mint az utóbbi.

Magyarországon a vizsgálatba bevont 24 évből 14 mutatja az abszolút (8 db) vagy a relatív (6 db) szétválást. 8 olyan évet találunk, amikor nő a gazdaság energiaintenzitása (3 év során a gazdasági visszaesés ellenére is): 1996, 2001, 2003, 2010, 2013 és 2015 években expanzív, negatív irányú a szétválás; 1993-ban és 2009-ben gyenge, negatív irányú. 1992-ben és 2012-ben a kevésbé rossznak mondható 13. eset valósul meg (recesszív szétválás).

Szlovákia esetében a 23 évből 18 során a szétválás megtörtént (11 abszolút eset és 7 relatív). 3 évben (2001, 2010 és 2013) a szétválás expanzív negatív irányú, 1999-ben és 2009-ben a szétválás recesszív (13. eset), vagyis az energiafelhasználás visszaesése meghaladja a gazdaság zsugorodásának mértékét, így javul az energiaintenzitás.

Az előbbieken az erőforrás-szétválás elemzését végeztük el a visegrádi együttműködés négy országában. Elméletünk szerint az erőforrás-szétválás eredményeinek a hatásszétválásban is tükröződnie kell, ezt a továbbiakban az ökológiai lábnyom elemzésével közelítjük.

A Global Footprint Network (2016) adatai szerint a szén-dioxid-kibocsátás a teljes ökológiai lábnyom több mint felét teszi ki a vizsgált országok mindegyikében, mely megállapítás a globális klímahatás szempontjából rendkívül fontos és szoros összefüggésben van az energiamixszel. A teljes energiatermelésen belül kiemelt hatással bír a fosszilis és a megújuló erőforrások arányának változása, az egyes energiahordozók karbonlábnyoma ugyanis nagyon különböző. Egy kWh-ra vetített szén-dioxid-kibocsátás – egy egységnek véve a naperőmű karbonlábnyomát –, kevesebb mint 50%-os terheléssel bír a vízerőmű és 15%-kal a szél erőmű esetében. Ugyanakkor a szénerőművek és az olajtüzelésű erőművek szén-dioxid-terhelése a megújuló napenergiához képest több mint tízszeres, a gáztüzelésű erőműveké pedig hétszeres. Az atomerőművek szén-dioxid-terhelése igen pozitív, megegyezik a szél erőművekével. (Ugyanakkor az atomerőművek komplex fenntarthatósági terhelése valószínűsíthetően lényegesen nagyobb, mint a megújuló energiáké. Az atomerőműveket csupán a szén-dioxid-kibocsátás kedvező volta miatt nevezhetik zöldenergia-termelőknek.)

A fentiekből következően egy ország ökológiai lábnyomának alakulását nagymértékben befolyásolja az, hogy milyen az energiaszerkezet és az milyen dinamikával változik a növekedési és a szerkezeti hatást tekintve. Európa karbonlábnyoma (Global Footprint Network 2016) az 1990 utáni két évtizedben 22%-kal csökkent. Ezen belül közel 20%-kal csökkent az energiával kapcsolatos szén-dioxid-kibocsátás is, amelyet azonban ellensúlyozott a közlekedés növekvő kibocsátása (mely a vizsgált időszakban több mint 20%-kal nőtt). A közlekedési ágazatot kivéve minden szektorban szén-dioxid-kibocsátáscsökkenés következett be.

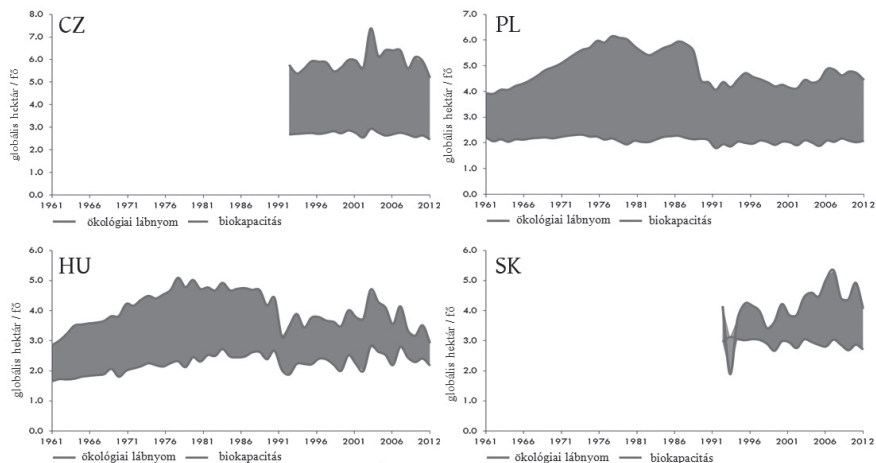
A továbbiakban áttekintjük, hogyan alakult az általunk vizsgált négy országban az ökológiai lábnyom, illetve a biokapacitás (4. ábra).

Az Európai Unió 28 országára számított ökológiai lábnyom 2010-ben közel 5 globális hektár volt. A vizsgált 4 országból Csehország ökotérhelése a legnagyobb, 6 globális hektár (egy lakosra vetítve), a legalacsonyabb az ökológiai terhelés Magyarországon volt (~ 3,5 gha). Lengyelország és Szlovákia ökológiai lábnyoma közel azonos (~ 5 gha).

Vizsgáljuk meg ezeket az adatokat az energiatermeléssel és a szétválással összefüggésben! Mivel ezek az adatok a teljes gazdasági és társadalmi hatást tükrözik, csupán közelítéseitek lehetnek az energiatermelésre vonatkozóan. A pontos kép felvázolásához további kutatások szükségesek.

A primerenergia-felhasználás forrás szerinti alakulását a 2. ábra mutatja. Mivel Lengyelországban még mindig 80% a szilárd tüzelőanyagok aránya és a

4. ábra: Az ökológiai lábnyom és a biokapacitás alakulása a visegrádi négyekben (1960–2012, globális hektár)
Ecological footprint and biocapacity in Visegrád countries (1960–2012, global hectare)



Adatok forrása: Global Footprint Network (2016).

karbonterhelés is igen nagy, valószínűsíthetően ez a hatás az egyik okozója a fejlettségénél nagyobb ökológiai lábnyomnak.

Csehország európai uniós átlagot meghaladó ökológiai lábnyoma a viszonylag magas fejlettségi szintje mellett magyarázható a még mindig magas szilárdtüzelőanyag-felhasználási arányból is. Ugyanakkor pozitív tendencia, hogy e tüzelőanyag dinamikus fajtakiváltása megújuló energiákkal, illetve atomenergiával folyamatos a vizsgált időszakban.

Magyarország ökológiai lábnyoma a rendszerváltás után a nehézipar összeomlásával és a szénfelhasználás csökkenésével összefüggésben érzékelhetően javult. Pozitívan hat a megújuló energiaforrások részarányának növekedése és a viszonylag jelentős nukleáris kapacitás is. Amennyiben azonban a tervezett Paks 2 beruházás úgy lép be, hogy még működnek a jelenlegi blokkok, az akkora nukleárisenergia-többletkínálatot fog jelenteni, amely korlátozza a megújuló energianövekedés termelését (annak ellenére, hogy a nukleáris energianövekedés csökkenti a karbonlábnyomot). A karbonlábnyom által determinált ökológiai karbonlábnyom-elemzés mellett egyre inkább szükség van egy komplex fenntarthatósági versenyképességi, ezen belül regionális fenntarthatósági elemzésre. Lengyel (2016) megújított regionális versenyképességi piramismodellje is azt mutatja, hogy az energiaszektor fenntarthatósági elemzése feltételezi a gazdasági szerkezet, a regionális elérhetőség és infrastruktúra, a foglalkoztatottság stb. elemeket. Addig ugyanis, amíg egy gigaerőmű (pl. atomerőmű) a centrumot erősíti, a megújuló erőforrások fejlesztése a helyi erőforrások felhasználását segítheti, csökkentve a regionális egyenlőtlenségeket.

Szlovákia viszonylag magas ökológiai lábnyoma az energiaszerkezetével önmagában nem magyarázható: az alacsony szilárdtüzelőanyag-felhasználási arány és a magas nukleáris, illetve megújuló energiafelhasználás alacsonyabb ökológiai lábnyomot indokolnának. Az eltérés okainak feltárása további kutatást igényel.

Az ökológiai lábnyomok elemzése azt mutatja, hogy az erőforrás-elemzésre alapozva célszerű megkísérelni hatáselemzést is, hiszen a fenntarthatóság felé mutató kérdésekre csak így lesz remény választ találni.

Konklúzió

A rendszerváltást követően a visegrádi négyek gazdaságának energaintenzitása csökkenő tendenciát mutat, ami optimizmusra adhat okot. Hosszú távon megvalósulhat ezen országok gazdaságainak fejlődése az energia csökkenő vagy csökkenő ütemű felhasználása mellett, ami hozzájárul a gazdasági és környezeti fenntarthatósághoz. A technológiai fejlődés, a gazdasági struktúra változása lehetővé teszi, hogy a lakosság igényeinek a kielégítése, a termelés kevésbé energaintenzív módon történjen.

A négy visegrádi országban a szétválás vizsgálata során a következő főbb megállapításokat tettük:

1. A rendszerváltást követő két és fél évtized során döntően többségben voltak azok az évek, amikor megvalósult az erőforrás-szétválás abszolút vagy relatív formája.
2. A rendszerváltást követő években (1990–1993), továbbá a 2008–2009-es gazdasági világválság eredményeként 2009 és 2013 között a vizsgált országokban a gazdasági növekedés és az energiafelhasználás szétválása nem valósult meg: gyenge negatív, erős negatív és expanzív negatív irányú szétválásra találunk példát.
3. A 2009–2013-as időszak strukturális törésként is értelmezhető.
4. A szétválás nem állandósult folyamat, akár másfél évtizednyi (lásd Lengyelország, 1994–2009) szétválást követően is megfordulhat a pozitív tendencia.
5. Az ökológiai lábnyom elemzéséből levonható az a következtetés, hogy az energiatermelést vizsgálva a termelés-szétválás mellett érzékelhető hátszétválás is.

A szétválás folyamatának vizsgálata fontos visszajelzés az adott ország döntéshozói számára a környezetpolitika hatásosságáról. Az energiafelhasználás és a gazdasági növekedés szétválasztásának lehetséges eszközei közé tartozik egyrészt az ipari termelés újrastrukturálása, másrészt az energiahatékonyság, illetve az energiamegtakarítás ösztönzése (pl. energiahatékonysági szabványok előírásával).

Irodalom

- Andreoni, V., Galmarini, S. (2012): Decoupling economic growth from carbon-dioxide emissions: a decomposition analysis of Italian energy consumption. *Energy*, 44., 682–691. <http://doi.org/f393ww>
- Bithas, K., Kalimeris, P. (2013): Re-estimating the decoupling effect: Is there an actual transition towards a less-energy intensive economy? *Energy*, 51., 78–84. <http://doi.org/f4tndz>
- Csereklyei, Zs., Stern, D. I. (2015): Global energy use: decoupling or convergence. *Energy Economics*, 51., 633–641. <http://doi.org/ckcw>
- Európai Bizottság (2001): *Strategy for sustainable development*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=URISERV%3A128117> (Letöltés: 2016. december 15.)
- Európai Bizottság (2005): *Lisbon strategy for growth and jobs*. http://ec.europa.eu/archives/growthandjobs_2009/ (Letöltés: 2016. december 15.)
- Európai Bizottság (2010): *EUROPE 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF> (Letöltés: 2016. december 15.)
- Eurostat (2016): *Database*. <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (Letöltés: 2016. december 15.)
- GKI Energiakutató Kft. (2016): *A magyar gazdaság és az energiaszektor helyzete, kilátásai 2020-ig. Energiapolitikai Füzetek*, 34.
- Global Footprint Network (2016): *National footprint accounts*. <http://www.footprintnetwork.org/resources/data/> (Letöltés: 2016. december 15.)
- Grand, M. C. (2016): Carbon emissions targets and decoupling indicators. *Ecological Indicators*, 67., 649–656. <http://doi.org/f9dx58>

- Huppes, G., Ishikawa, M. (2009): Eco-efficiency guiding micro-level actions towards sustainability: Ten basic steps for analysis. *Ecological Economics*, 6., 1687–1700. <http://doi.org/c6hshb>
- Jevons, W. S. (1866): *The coal question; An inquiry concerning the progress of the nation, and the probable exhaustion of our coal-mines*. 2nd edition. Macmillan and Co., London http://oll.libertyfund.org/?option=com_staticxt&staticfile=show.php%3Ftitle=317&itemid=27 (Letöltés: 2016. december 15.)
- Judson, R. A., Schmalensee, R., Stoker, T. M. (1999): Economic development and the structure of the demand for commercial energy. *The Energy Journal*, 2., 29–57. <http://doi.org/cbskqp>
- Kékes M., Lipcsei G. (2015): Magyarország energiaellátás-biztonságának számszerűsítése az S/D index segítségével. *Magyar Energetika*, 2., 39–43.
- Kerekes S. (2007): *A környezetgazdaságtan alapjai*. AULA Kiadó, Budapest
- Lengyel I. (2016): A kutatás-fejlesztés és versenyképesség térbeli összefüggései a visegrádi országokban. *Tér és Társadalom*, 4., 71–88. <http://doi.org/cjwh>
- Lin, S., Beidari, M., Lewis, C. (2015): Energy consumption trends and decoupling effects between carbon dioxide and gross domestic product in South Africa. *Aerosol and Air Quality Research*, 15., 2676–2687. <http://doi.org/ckcx>
- Mulder, P., de Groot, H. L. F. (2004): Decoupling economic growth and energy use. *Tinbergen Institute Discussion Paper*, 2004-005/3. <http://papers.tinbergen.nl/04005.pdf> (Letöltés: 2016. december 15.)
- Nemes Nagy J. (szerk.) (2005): *Regionális elemzési módszerek*. ELTE Regionális Földrajzi Tanszék, MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest (Regionális Tudományi Tanulmányok; 11.)
- OECD (2002): *Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth*.
- Sebestyénné Szép, T. (2012): Eight methods for decomposing the aggregate energy intensity of economic structure with special regard to the industrial sector. *IAEE European Conference, Venice* <http://www.iaee.org/en/publications/proceedingssearch.aspx> (Letöltés: 2016. december 15.)
- Sebestyénné Szép T. (2013): *Az energia gazdasági szerepének vizsgálata Kelet-Közép-Európában, 1990 és 2009 között*. PhD értekezés. Miskolci Egyetem, Vállalkozásmélet és -gyakorlat Doktori Iskola <http://www.doktori.hu/index.php?menuid=193&vid=11036&lang=HU> (Letöltés: 2016. december 15.)
- Sebestyénné Szép T. (2018): A hatósági árcsökkentés lakossági energiafelhasználásra gyakorolt hatásának vizsgálata indexdekompozícióval. *Közgazdasági Szemle*, 2., 185–205. <http://doi.org/ckpq>
- Schultz Gy. (2005): Az ipari szerkezet átalakulása és az energiafogyasztás Kínában. *BME OMIKK Energiaellátás, energiatakarékosság világszerte*, 5., 22–29.
- Sorrell, S. (2010): Energy, economic growth and environmental sustainability: five propositions. *Sustainability*, 2., 1784–1809. <http://doi.org/c9qrw4>
- Stróbl A. (2013): Építsünk vagy kereskedjünk? *Energiagazdálkodás*, 4., 2–5.
- Szabó E. (2006): A környezetterhelés és a gazdasági fejlődés szétválása. *Területi Statisztika*, 4., 393–410.
- Szendi, D. (2016): Territorial differences of the life quality, as a complex indicator in Germany and Hungary. *Deturope. Central European Journal of Tourism and Regional Development*, 2., 23–34.
- Szigeti, C., Tóth, G., Szabó, D. R. (2017): Decoupling – shifts in ecological footprint intensity of nations in the last decade. *Ecological Indicators*, 72., 111–117. <http://doi.org/f9xb5x>
- Szlávik J. (2013): *Fenntartható gazdálkodás*. CompLex Kiadó, Budapest
- Tóthné Szita K. (2007): Az ökohatékonyág növelésének trendjei. *Magyar Tudomány*, 9., 1176–1179.
- UNEP (2011): *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*. http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/decoupling_report_english.pdf (Letöltés: 2016. december 15.)
- Wang, H., Hashimoto, S., Yue, Q., Moriguchi, Y., Lu, Z. (2013): Decoupling analysis of four selected countries. *Journal of Industrial Ecology*, 4., 618–629. <http://doi.org/ckcz>
- Weizsäcker, E. U., Lovins, A. B., Lovins, L. H. (1997): *Factor four. Doubling wealth, halving eesource use*. Earthscan, London. <http://www.ima.kth.se/im/3c1395/Pdf/FactorFour.pdf> (Letöltés: 2016. december 15.)
- World Bank (1992): *World development report. Development and the environment*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/995041468323374213/pdf/105170REPLACEMENT0WDR01992.pdf> (Letöltés: 2016. december 15.)
- World Bank (2016): *Database*. <http://data.worldbank.org/> (Letöltés: 2016. december 15.)
- Zhang, M., Wang, W. (2013): Decoupling analysis of electricity consumption from economic growth in China. *Journal of Energy in Southern Africa*, 2., 57–66.