

SZAJKÓ GABRIELLA – BARTEK-LESI MÁRIA – RÁCZ VIKTOR

# MÉRSÉKELT KLÍMA – A NEMZETKÖZI ÉS HAZAI KLÍMAPOLITIKAI SZABÁLYOZÁSOK ELLENTMONDÁSOS HATÁSAI MAGYARORSZÁGON

## TEMPERATE CLIMATE – CONTRADICTIONARY EFFECTS OF INTERNATIONAL AND NATIONAL CLIMATE POLICIES IN HUNGARY

A tanulmány az üvegházhatású gázkibocsátás trendjét és a legfontosabb befolyásoló tényezők hatását, azon belül az ETS-szektor lehetséges szerepét vizsgálja Magyarországon. A szerzők eredményei szerint Magyarországon egyelőre sem a primerenergia-átalakítás hatékonyságában, sem a primer energia karbonintenzitásában nem történtek olyan mélyreható változások, hogy az ország ÜHG-emissziós pályája tartósan elszakadjon a gazdasági teljesítménytől. A gazdasági struktúra átalakulása az egyetlen tényező, ami a 90-es évek óta mérsékli az emissziót, de az utolsó vizsgált években ez sem volt képes ellensúlyozni a gazdasági konjunktúra hatását, ami egyaránt növelte az országos és az ETS alá tartozó kibocsátásokat. Elemzésük szerint az ETS bevezetése Magyarországon egyelőre nem járt a szabályozott iparágak elvándorlásával. Az országosan megfigyelhető gazdasági struktúraváltozás ettől független, és az ETS-szektorokon kívül egyértelmű a kevésbé karbonintenzív ágazatok felé tolódás.

**Kulcsszavak:** klímaszabályozás, EU ETS, emissziókereskedelem, karbonintenzitás, emissziós olló, index-dekompozíció

This paper investigates the trend and the influencing factors of greenhouse gas (carbon) emissions in Hungary with a special focus on the sectors under the European Emissions Trading Scheme (ETS). The authors find that changes in carbon intensity of primary energy use and efficiency of primary energy transformation have not been deep enough to ensure a substantial and lasting decoupling of carbon emissions from economic growth in Hungary. The only component they prove to have decreased the carbon emissions is the structural changes of the economy. The factor of structural changes has been reducing Hungarian emissions in the 90's but it has failed to offset the effects of the recent economic growth, which triggers net emissions to increase both in the ETS sectors and the rest of the economy. They find no evidence for emigration of regulated industries under ETS so far. Structural changes observed in the national economy seem to be independent of ETS, as economic activity has been growing in less carbon intensive sectors.

**Keywords:** climate policy, EU ETS, emissions trading, carbon intensity, emissions decoupling, index decomposition

### Finanszírozás/Funding:

A szerzők a tanulmány elkészítésével összefüggésben nem részesültek pályázati vagy intézményi támogatásban. The authors did not receive any grant or institutional support in relation with the preparation of the study.

### Szerzők/Authors:

Szajkó Gabriella, Budapesti Corvinus Egyetem, (gabriella.pal@uni-corvinus.hu)  
Bartek-Lesi Mária, REKK (maria.barteklesi@rekk.hu)  
Ráczi Viktor, REKK (viktor.racz@rekk.hu)

A cikk beérkezett: 2019.07.05-én, javítva: 2019.10.10-én, elfogadva: 2019.10.14-én.  
This article was received: 05.07.2019, revised: 10.10.2019, accepted: 14.10.2019.

Magyarország kezdetektől részese az emberi tevékenységek által kiváltott éghajlatváltozás elleni nemzetközi összefogásnak: csatlakozott az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményhez, (1992) és a Kiotói Jegyzőkönyvhöz (1997). A 2004-es EU-csatlakozással pedig a magyar joganyag részévé vált az Unió kiterjedt klímavédelmi szabályozási csomagja. Magyarország az EU tagjaként vált részesévé a 2015-ös Párizsi Egyezménynek. Az EU-csatlakozás óta a magyar jogalkotás és jogszabályalkalmazás nagyrészt követi az EU közösségi klímapolitikáját és az abból származó tagállami kötelezettségeket.

A nemzetek közötti összefogásból és az EU közösségi klímapolitikájából származik a teljes szabályozási keret, amelyben a magyar klímavédelem működik: az üvegházhatást okozó gázok (ÜHG) jelentésének és nyomon követésének módszertana, a legnagyobb kibocsátó magyar ipari szektorokra is kiterjedő EU ÜHG-kibocsátáskereskedelem (EU ETS) szabályozási rendszeréhez tartozó joganyagok, és az ETS alá tartozó karbon (széndioxid-egyenértékben kifejezett ÜHG) kibocsátási egységek közös tranzakciós jegyzéke (EUTL).

Magyarország összes emissziója tehát részben az ETS által szabályozott energiaátalakító és energiaintenzív alapanyag-ipari ágazatokból ered, másrészt pedig a nem szabályozott gazdasági szereplők és a háztartások kibocsátásaiból. Erre a két szegmensre hasonló, de eltérő erők is hatottak: az ETS-szereplők számára termelési tényezővé vált a nullánál mindig magasabb árú, egyes időszakban kifejezetten drága karbonkibocsátási egység, míg a gazdaság többi szereplője még nem szembesült karbon költséggel. Mindkét szegmensre erősen hatottak viszont a gazdasági konjunktúra ciklusai és a technológiai fejlődés. Összességében egy komplex folyamat alakítja az országos összkibocsátást, amit tanulmányunkban igyekszünk főbb összetevőire bontani és azok hatását külön kimutatni.

A cikk felépítése a következő. Az első rész szakirodalmi áttekintést nyújt a cikkben tárgyalt kérdésekről. A második részben az EU ETS-szegmens emissziójának és vállalati összetételének változásait vizsgáljuk, valamint a magyar vállalati tranzakciók aggregált elemzését végezzük el. Arra a kérdésre keressük a választ, hogy milyen racionalitást követ a szabályozás hatálya alá eső vállalatok forgalmazható kibocsátási kvótákkal való gazdálkodása, és mi az ETS-szegmens hatása az országos összkibocsátásra. A harmadik részben az országos összkibocsátást hosszabb időszoron, a 90-as évek közepétől elemezzük, és index-dekompozíciós módszer segítségével feltárjuk, hogy milyen különböző hatások mozgatják, milyen tényezők eredője Magyarország ÜHG-emissziós pályája. A negyedik részben összefoglaljuk eredményeinket.

### Szakirodalmi áttekintés

Az ÜHG-kibocsátások alakulására ható tényezőket és azon belül az EU ETS hatásait kiterjedt szakirodalmi érdeklődés kíséri. Ebből a széles szakirodalmi háttérből csak néhány bemutatására van módunk. Ezeket úgy választottuk ki, hogy az általunk is vizsgált témakörök szempontjából relevánsak legyenek: az összes ÜHG-emisszió változásának dekompozíciós elemzése, az EU

ETS bevezetését és működését kísérő problémák közül pedig az ingyenes kezdeti kiosztás, a túlallokáció és a karbonszivárgás témái.

### Az EU ETS bevezetése és az ingyenes kezdeti kvótakiosztás

Az EU ETS bevezetését hosszas elméleti és közpolitikai vita előzte meg. Az összes emisszió források közötti költséghatékony elosztását egy karbonadó is teljesíti, viszont egy emissziókereskedelmi rendszer oly módon is bevezethető, hogy a kötelezettek ne érzékeljenek a karbonadóhoz hasonló állami elvonást. Ehhez pusztán arra van szükség, hogy a forgalmazható kibocsátási jogokat a szabályozás kezdetén ingyen osszák szét a vállalatok között. Igaz, hogy veszítünk a teljes gazdaságot átfogó egységes karbonszignálból, de nyerünk a politikai megvalósíthatóság oldalán (Pezzey, 2003). A közgazdászok gyakran hivatkozzák ezzel kapcsolatban Coase eredményeit, miszerint a jogok kezdeti allokációja nem befolyásolja a kialakuló emissziós szintet – tökéletes információ és zéró tranzakciós költségek esetén (Cramton, Ockenfels & Stoft, 2015).

Az ingyenes kiosztás nem jelenti azt, hogy közgazdasági értelemben a vállalatoknál ne jelenne meg a karbonköltség. Amennyiben a szabályozás bevezetésekor kiosztott összes kibocsátási egység kevesebb, mint a teljes kibocsátás, akkor az ingyen kiosztott egységek a szükség által gazdasági értéket nyernek. Az ingyenes kiosztás mindössze annyit jelent, hogy ezt a szükségéből származó járadékot az állam átengedi a szabályozás kezdetén meglévő vállalati körnek. Ezáltal ők bizonyos értelemben a szabályozás nyerteseinek tekinthetik magukat, hiszen ingyen jutnak hozzá az emissziókhoz szükséges kibocsátási jogokhoz (Pizer, 1997).

Az ebből eredő könnyű politikai megvalósíthatóság végül meghatározónak bizonyult: az Európai Unió 2003-ban egy cap-and-trade rendszer 2005. évi bevezetését határozta el.<sup>1</sup> Az ETS bevezetésének körülményeit vizsgáló szakirodalom szerint a decentralizált, (tagállami szinten meghatározott) ingyenes kezdeti allokáció volt az ára annak is, hogy valamennyi EU-tagállam hajlandó legyen bevezetni az EU ETS-t (Ellerman & Buchner, 2007).

A szakirodalomban általánosan tárgyalt elméleti probléma az EU ETS-rendszerrel kapcsolatban, hogy egyszerre próbál elérni két egymásnak ellentmondó célt (Verbruggen, Laesb & Woerdman, 2019). Az egyik a klímapolitikai cél, (emissziócsökkentés) a másik, hogy a szabályozás ne érintse hátrányosan az érintett iparágak versenyképességét (profitok védelme). Ez utóbbi cél többnyire burkoltan, más, kapcsolódó érvekkel együtt fogalmazódik meg: a munkavállalók érdekeire, az európai országok jóléti színvonalának védelmére és az ipari termelés európai határon kívülre helyeződésének, vagyis a karbonszivárgásnak a megakadályozására vonatkozó érveket is idesorolhatjuk. Verbruggen et al. (2019) szintetizáló cikkében arra a megállapításra jut, hogy habár az ETS egy környezetvédelmi szabályozó eszköz, a klímapolitikai cél háttérbe szorult a másik explicit cél, az érintett iparágak profitjának védelme miatt, az ETS alulteljesítését és működési problé-

mákat okozva. Eközben elméletileg és empirikusan megalapozott érvek szólnak a kibocsátási sapka szűkítése és az egységek aukciós kiosztása mellett (Martin, Muuls & Wagner, 2016).

### Túllallokáció

A túllallokációról beszélünk, amikor a szennyező több emissziós kvótát kap ingyen, mint amennyit a szokásos gazdálkodási körülmények között felhasználna. Ehhez a témához tartoznak a tartalékolás (bankolás), a fedezeti kereslet (hedging) és az alternatív kibocsátási egységek témakörei.

Neuhoff, Schopp, Boyd, Stelmakh & Vasa (2012) kiszámította a fel nem használt egységek kínálatát, és magyarázatot keresett arra, hogy miért maradt mindvégig pozitív az egységek ára. Az emissziós célokra fel nem használt egységek kereslete tartalékolási szándék eredménye. Neuhoff et al. (2012) azt mutatja ki, hogy ez a kereslet két markánsan eltérő részre különül el: a jövőbeni termelési pozíciókhoz szükséges emissziós fedezetet biztosító keresletre (hedging vagy fedezeti kereslet) és az emissziós egységek áremelkedését feltételező spekulatív befektetői keresletre. Azt találták, hogy a fedezeti és a spekulatív kereslet szétválasztásával meg tudják magyarázni az ETS-egységek ténylegesen megfigyelt áralakulását. A fedezeti kereslet mérsékelt árszint mellett a vásárlásokban jelenik meg és magasabb piaci árakat eredményez, azonban a fedezeti pozíciók feltöltésével eltűnik a piacokról a fedezeti kereslet, és a helyére lépő spekulatív kereslet jóval magasabb hozamvárásai áresést okoznak a piacon. Így a jelentős kínálati többlet ellenére a spekulatív keresletnek (és az egységek korlátlan tartalékolhatóságának) köszönhetően az ár soha nem csökkent nullára.

Elméleti és üzleti szempontból is érdekes jelenség volt az ETS második időszakában a kiotói elhárítási egységek (CER és ERU) kínálatának korlátozott beengedése az ETS kibocsátási egységek kínálatára. A kiotói egységek a Kiotói Jegyzőkönyvhöz kapcsolódó, szintén egy tonna széndioxid-egyenértékben nominált emissziós jogok. Keletkezésük eltér az EU ETS cap-and-trade rendszerétől, ahol az előre meghirdetett összkibocsátási kvótát osztják fel forgalmazható kibocsátási egységekre. A kiotói egységek a beavatkozás nélküli emissziós pályához képest kibocsátáscsökkenést eredményező beruházással keletkező egységek. A kibocsátáscsökkentő beruházást független tanúsító szervezetek értékelik, és meghatározzák, hogy hány tonna ÜHG-elhárítás írható jóvá a projekt élettartama alatt. Ezek az elhárítási egységek átruházhatóak és akár nemzetközi forgalomban is továbbértékesíthetőek. Azokat az elhárítási egységeket, melyek olyan országban végrehajtott emissziócsökkentő projekt eredményei, amely ország részese a Kiotói Jegyzőkönyvnek, (a fejlett nyugati országok és a volt szocialista országok) kibocsátáscsökkentési egységnek (Emission Reduction Unit, ERU) nevezik. Ha az emissziócsökkentő projekt olyan országban valósul meg, amely nem részese a Kiotói Jegyzőkönyvnek, (fejlődő országok) a keletkező emissziós jogot hitelesített kibocsátáscsökkentésnek (Certified Emission Reduction, CER) nevezik. Míg az ERU-k kínálatát köz-

gazdasági értelemben limitálta a kiotói részes felek nemzeti szinten vállalt emissziócsökkentése, addig a CER-ek kínálatára ilyen vállalatok híján gyakorlatilag végtelennek tekinthető.

A kiotói egységek kínálatának révén 2008 és 2012 között a szabályozás alatt működő létesítmények az ETS-egységeknél jóval olcsóbb CER- és ERU-egységeket is felhasználhattak kibocsátásaik ellentételezésére. Ennek felső korlátja országokra lebontva is megjelent az Európai Bizottság által jóváhagyott nemzeti allokációs tervekben. Magyarország számára a behozatali kvótát a kiosztott sapka 10%-ában állapították meg, a teljes EU ETS behozatali kvóta pedig közel 11% volt (EC, 2007).

Érdekes kérdés, hogy a 2008-2012 közötti öt éves időszakban egyáltalán miért lehetett kiotói egységeket eladni az ETS-ben. Ebben a szabályozási időszakban ugyanis szinte minden megtörtént, ami akár le is nullázhatta volna az összekapcsolás hatását. Először is eleve túlzottan magas állapotú volt az összkibocsátási sapka, másodsor pedig szinte teljes egészében ingyen osztották ki a kibocsátási egységeket a vállalatok között. És végül 2008-ban lezajlott egy súlyos gazdasági válság, ami jelentős mértékben vetette vissza az ipari termelést és az energiafogyasztást, ezzel súlyosbítva az ETS-egységek túlkínálatát.

Ellerman, Marcantonini & Zaklan (2016) leírják, hogy a kiotói és az ETS-egységek piaci árai között az öt éves időszakban végig árkülönbség volt, miközben a kiotói egységek hasznosságukat tekintve lényegében megegyeztek az ETS-egységekkel. Piaci adatok szerint az első években a diszkont 10% és 30% között mozgott, majd 2012-re a behozatali ablak zárásának közeledésével egészen 90%-ra emelkedett, a kiotói egységek túlkínálatának köszönhetően. Az európai szennyezők ki is használták a kiotói egységek behozatali kvótáját, és ETS-egységek helyett részben azokat használták fel (az összes tényleges behozatal az ETS-sapka 10,2%-a volt). Ez elméletileg azt az érvelt erősíti, hogy a szabályozott vállalatok akár már rövidebb időtávon is számolnak az ingyenesen kiosztott ETS-egységek alternatív költségével, és olcsóbb kiotói egységekkel helyettesítik azokat, miközben a fel nem használt ETS-egységeket tartalékolják vagy eladják.

### Karbonszivárgás

Az ingyenes kezdeti kvótakiosztás mellett hangoztatót érvek közül leggyakoribb az európai nehézipar versenyképességének megőrzése, a karbonszivárgás megakadályozása. Közgazdászok által sokat kutatott témává vált, hogy igazolható-e empirikusan ez a lépés, vagyis megakadályozza-e a karbonkorlátozott országban működő létesítmények áttelepülését kevésbé karbonkorlátozott országokba, ha várható termelésükhöz a szükséges összes emissziós egységet ingyenesen megkapják.

Az elméleti megközelítéseket tekintve sem egységes a közgazdasági szakirodalom. A klasszikus elméletek szerint az ingyenes kiosztás csak a szükségleti járadék átengedéséről szól, de az emissziós optimumot a vállalatok szintjén ettől függetlenül az emissziós egységek piaci ára és az egyes vállalatok technológiai elhárítási lehetőségei-

nek határkölsége határozza meg. Vagyis az ingyenes kiosztásnak csak jövedelmi transzfer hatása van, emissziós hatása nincs.

Ezzel némileg szemben állnak azok a vélemények, amelyek szerint az ingyenes kiosztás révén megvalósuló járadéktranszfer segíthet az ipari vállalatoknak abban, hogy kisebb költségen termeljenek. Legalábbis rövid távon nem kell megvenniük a kibocsátási egységeket, és látszólag karbonköltség-mentesen működhetnek, amikor a változó költséghez közel kell árazniuk. Tehát rövid távon számít az ingyen rendelkezésre álló karbon, hosszabb távon viszont a cégek valóban kénytelenek figyelembe venni az ingyen kiosztott karbonkibocsátási egységek alternatív költségét, azaz azt a piaci árat, amennyiért az egységeket el lehetne adni.

Branger & Quirion (2015) tanulmánya az európai cementgyártó szektor összes kibocsátásainak alakulását vizsgálta, és a megfigyelhető éves változásokat faktorokra bontotta egy LMDI index-dekompozíciós elemzéssel. A szerzők arra keresték a választ, hogyan hatott az emisszióra a konjunktúra, a szektorban végrehajtott hatékonyságnövelő beruházások és a megnövekvő klinkerimport, ami a karbonszivárgásra utalhat. Azt találták, hogy a 2012-ig bekövetkezett ágazati emisszióváltozás legnagyobb része a konjunkturális hatásoknak köszönhető. A klinker növekvő behozatala 2005 és 2008 között nagyjából a harmadát ellensúlyozta a termelésnövekedésből származó emisszió-növekedésnek. A klinkerimportra azért került sor, mert az európai gyártókapacitások 2008-ig teljes kihasználtságon működtek az erős építőipari konjunktúra miatt. Ezen kívül további csökkentő tényezőket is azonosítottak az elemzésben. Tanulmányuk fontos felismerése, hogy az európai cementipar összességében 3,5 milliárd euró túllallokációs profitot nyert az első és a második szabályozási időszakban. Ennek legfőbb oka a dekonjunkturális eredetű lassulás, miközben az iparágban allokált sapka nem változott. Vagyis az európai cementipar csökkenő eladások és lassú megtérülés révén megszenvedte a gazdasági válságot, de helyzete sokkal rosszabb lett volna, ha nem tartoznak az EU ETS hatálya alá. Az ETS hatálya alatt megtermelt cement minden tonnájára csak a második időszakban 3,5 euró támogatás kiutalásával volt egyenértékű az ingyenes allokáció. Paradox módon az európai ipar versenyképességét elvileg veszélyeztető ETS valójában jelentősen javította a cementipar nyereségességét.

Hasonló eredményre jutott Koch & Basse (2019), akik nem egy ETS alá tartozó ágazatot, hanem egy tagállamot, Németországot elemezve arra keresték a választ, mekkora karbonszivárgást okozhatott az ETS a német gazdaságban. A jelenséget két eltérő időhorizonton vizsgálták: a kereskedelmi áramlások megváltozása rövid távon, a beruházások elvándorlása hosszabb távon jelenthet bizonyítékot a karbonszivárgásra. A termelő beruházások kivándorlása nagyobb jelentőségű, mivel jóval inkább visszafordíthatatlan változásokat okoz a termelésben és az emissziókban. Ez utóbbit a szerzők a német cégek közvetlen külföldi tőkebefektetéseinek elemzésével vizsgálták, és nem találtak rá bizonyítékot. Sőt, az eleve kevés számú cég, amely a termelésének egy részét kivitte Németországból, nem

azokból az energiaintenzív termelő iparágakból származott, melyek az ETS-rendszerben a karbonszivárgás megakadályozására való hivatkozással ingyenes allokációban részesülnek, hanem tüzelőberendezéseket üzemeltető ágazatokból, és a távozó emisszió is csak kis része a szabályozott kibocsátásoknak.

Tágabb értelemben a nemzetközi kereskedelem alá eső termékek karbontartalmának vizsgálata is a karbonszivárgás témaköréhez kapcsolódik. Ha az importált, belföldön elfogyasztott termékek előállításával járó ÜHG-kibocsátás egyre nagyobb mértékben meghaladja az exportált termékekét, akkor az importált termékeket fogyasztó országok közvetlen felelőssége nem jelenik meg a kimutatókban. A folyamat feltárására a fogyasztásalapú emisszió és a gazdasági szerkezet átalakulásából adódó hazai emissziócsökkenés nyomon követése lehet alkalmas (Vetóné Mózner, 2013).

A globális gazdaságba bekapcsolódó magyarországi vállalatok ÜHG-elszámolási gyakorlatát vizsgálta például Csutura & Harangozó, (2019) és kimutatták, hogy a közvetlen és a vásárolt energiához kapcsolódó kibocsátások mellett már megfigyelhető néhány példa a teljes ellátási lánc vállalatlanon kívül megjelenő emisszióinak elszámolására is, és az ilyen kimutatást közlő magyar vállalatoknál az értékláncban máshol keletkező kibocsátások meghaladják a vállalat saját közvetlen és közvetett kibocsátásait.

Az OECD 2016-os tanulmányában az országok termeléséből és fogyasztásából származó karbonemissziót vetette össze. Eszerint Magyarország 1995-ben még nettó karbonexportőr volt 2,8 millió tonnával, de 2011-re a fogyasztásból eredő karbonemisszió 5,2 millió tonnával meghaladta a termelésből eredő emissziót (Wiebe & Yamano, 2016). Ez nagyrészt a növekvő fogyasztással és a fogyasztás szerkezeti átalakulásával magyarázható.

### Az ÜHG-kibocsátás trendjére ható tényezők

Egy ország vagy régió karbonkibocsátási trendje általános képet nyújt az emisszióelkerülés mértékéről, de nem feltétlenül a klímapolitika eredményességét tükrözi. A gazdasági válság időszakában tapasztalt visszaesés például nagyrészt a recesszió következménye volt, és nem feltétlenül egy hosszú távon fenntartható emissziós pályát jelölt ki. A dekarbonizáció sikerességéhez azonban elengedhetetlen az ÜHG-kibocsátás és a gazdasági növekedés fokozatos függetlenedése, ami a gazdasági szervezetek és háztartások energiafogyasztásának csökkenő karbonintenzitása révén valósulhat meg.

Az emisszióra ható folyamatokat vizsgáló tanulmányok egyik leggyakrabban használt elemzési eszköze az index-dekompozíció, azon belül is a logaritmusos közép Divisia-index (*log-mean divisia index, LMDI*)<sup>ii</sup> módszer, mely segítségével meghatározható a legfontosabb tényezők hatásának mértéke és iránya. A széles körben alkalmazott módszer additív változatát Ang, Zhang & Choi (1998), multiplikatív változatát pedig Ang és Liu (2001) dolgozták ki. A módszerrel elvégezhető egy vizsgált aggregátumból (pl. teljes ÜHG-emisszió, emisszióintenzitás, energiafelhasználás, összgazdasági energiaintenzitás stb.) képzett index tökéletes dekompozíciója, vagyis az össze-

tevők változásának összege (az additív változat esetén), illetve szorzata (a multiplikatív változat esetén) maradék nélkül megegyezik a vizsgált tényező értékének adott időszakbeli változásával. Cikkünk második részében alkalmazzuk a módszert a hazai ÜHG-kibocsátás változását magyarázó mögöttes folyamatok elemzésére, az LMDI-eljárás módszertanát és esetleges módszertani alternatíváit azonban nem vizsgáljuk. Az LMDI széles körű alkalmazása miatt a szakirodalomnak ahhoz a részéhez szándékozunk hozzászólni, amely egy ország ÜHG-emissziós trendjét ezzel a módszerrel bontja meghatározó hatásokra. A dekompozíciós módszerek részletes bemutatását és összehasonlítását ld. Sebestyenné Szép (2013).

Az ÜHG-kibocsátások tényezőkre bontására számos lehetőség létezik. Országok és régiók esetében legtöbbször a gazdasági teljesítmény (GDP vagy bruttó hozzáadott érték), népesség, ágazati összetétel, energiamix/primer energia karbonintenzitása és az energaintenzitás emisszióváltozáshoz való hozzájárulását vizsgálják a Kaya azonosság (*Kaya identity*) és annak különböző kiterjesztett verziói alapján (ld. pl. Casino, Sánchez-Braza & Rodríguez-Arévalo, 2015; ICF, ZEW & Eclareon, 2016; Wang, Zhao, Li & Su, 2018; Dong, Hochman & Timilsina, 2018). A kiterjedt szakirodalom áttekintését tartalmazza többek között Xu & Ang (2013) és Mardani, Streimikiene, Cavallaro, Loganathan & Khoshnoudi (2019).

Az elemzések eredményei alapján az egyes tényezők jelentősége régióként, országonként és a vizsgált időszaktól vagy alszektortól függően változó, többnyire azonban a gazdasági konjunktúra emissziónövelő és az energaintenzitás-javulás emissziócsökkentő hatása érvényesül a legerősebben. Dong et al. (2018) globális gazdasági régiókra végzett elemzése azonban arra mutatott rá, hogy az ÜHG-kibocsátás legfontosabb mozgatórugója függ a jövedelemszinttől: a magas és közepes jövedelmű országokban jellemzően a gazdasági teljesítmény, az alacsony jövedelmű országokban inkább a népesség alakulása a meghatározó.

Gonzalez, Landajo & Presno (2014) az IEA tüzelőanyag-égetésből származó ÜHG-emissziós adatait és Eurostat adatokat felhasználva végeztek dekompozíciós elemzést az EU országaira a 2001-2011-es időszakban. Az eredmények alapján az EU emissziója a tüzelőanyag-összetétel, az egy főre eső termelési mennyiség (natúrálisan kifejezve) és az energaintenzitás faktorok csökkentő, és a népesség és a felhasznált energia karbonintenzitásának növelő hatásainak eredőjeként mérséklődött. A magyar gazdaság esetében ugyanezen időszakban az energaintenzitás emissziónövelő hatással járt, a többi tényező mérsékelte az ÜHG-kibocsátást.

ICF et al. (2016) az Európai Unió ÜHG-kibocsátásának alakulását befolyásoló legfontosabb tényezőket vizsgálta a 1995-2012-es időszakban az Eurostat és UNFCCC emissziós leltárakat alapján. A szerzők a gazdaság szerkezeti összetételének hatását (strukturális hatás) nemcsak az országokon belüli, hanem az országok közötti átrendeződés alapján is vizsgálták. Legfontosabb eredményként azt mutatták ki, hogy vizsgált időszakban a technológiai fejlődésnek köszönhetően csökkenő energaintenzitás révén a gazdasági növekedés és az ÜHG-emisszió trendje szétvált.

Az index-dekompozíciós elemzést a legfontosabb szektorokra külön is elvégezték, melyek mindegyikére hasonló eredményt kaptak az áruszállítási szektor kivételével.

### Európai emissziókereskedelem Magyarországon – a 2005-2018 közötti időszak elemzése

Az Európai Unió közös emissziókereskedelmi rendszere (ETS) 2005-től kezdve működik. Kevesebb, mint egy évvel az EU-csatlakozás után, 2005 januárjától a legjelentősebb magyar ipari kibocsátók is a világ legnagyobb egységes ÜHG-kereskedelmi rendszerében találtak magukat. Ebben a fejezetben azt vizsgáljuk, hogyan alakultak a szabályozott vállalati kör kibocsátásai, és hogyan gazdálkodtak emisszióikkal a különböző ágazatok vállalatai.

#### Az EU ETS-szabályozási időszakai

A szabályozás első időszaka 2005-től 2007-ig tartott, majd 2008-2012 között a második megfelelési időszak következett. A 2013-mal indult, jelenleg is tartó harmadik időszak 2020-ban zárul le, és már ismertek a 2021-től 2030-ig tartó negyedik időszak főbb szabályozási paramétereit. Az ETS történetének első három időszaka sok szempontból különbözött egymástól.

Az első időszakban túlzottan magas összkibocsátási sapkát és teljesen ingyenes kiosztási szabályt állapítottak meg minden tagállamban. A fel nem használt egységek viszont érvényüket veszítették az időszak végén. A második időszakban az Európai Bizottság törekedett a túlzó nemzeti összkibocsátási sapkák mérséklésére, és végül 2,08 milliárd tonna éves sapkát hagyott jóvá, szemben a 2,32 milliárd tonnát meghaladó igénnyel (89,5%). Magyarország esetében a Bizottság a kezdeményezett sapka 87,6%-át hagyta jóvá (26,9 millió tonna) (EC, 2007). A harmadik időszakban a közös EU ETS-sapka bevezetésével a Bizottság és a tagállamok közötti alkufolyamat megszűnt.

Az első és a második időszakban szinte teljes körű volt az ingyenes allokáció. A második időszaktól kezdve a vállalati számlákra kerülő ETS-egységek érvényessége időben nem korlátozott, vagyis későbbi felhasználásra szabadon tartalékolhatók. A harmadik időszakban a rezsिम szakított a teljesen ingyenes allokációval. Az ingyenes kiosztást azokra a gazdasági ágazatokra korlátozták, amelyekben a karbonkibocsátás közgazdasági költsége (piaci áron számolt emissziós költség) az ágazati hozzáadott értékhez képest magas, vagy az ágazat – akár export, akár import szempontból – erősen kitett az EU ETS földrajzi hatályán kívüli piaci versenynek.<sup>iii</sup> Az ingyenes kiosztás a termelőipari szektorok nagy részét lefedte, de a tüzelőberendezések már csak aukción vagy piacon tudtak kibocsátási egységeket vásárolni. Ezért a második időszakról bankolt ingyenes egységek nagy szerepet kaptak a harmadik időszakban.

A harmadik időszakban az Unió egészére egyetlen megengedett összkibocsátási sapkát állapítottak meg, amit évről évre egy előre rögzített tényezővel (1,74%) csökkentenek, egyúttal új gázok és ágazatok kerültek be a szabályozás hatálya alá.

A sapka éves csökkentésének ütemét 2021-től 2,2%-ra emelik, és már 2019-ben megkezdte működését a piacstabilitási tartalék, amely kiszámítható algoritmusok alapján

érdemben csökkenti a kibocsátási egységek túlkínálatát, és mérsékelheti az esetleges keresleti sokkhatásokat. Az energiatermelő létesítmények körében az allokáció kizárólagos módja az aukció marad, ugyanakkor az ingyenes kiosztást még tíz évre garantálják a termelés-áthelyeződés kockázatának leginkább kitett ágazatok számára. Ebben a körben rendszeresen frissített technológiai benchmark értékek szolgálnak az ingyenes kiosztás alapjául. A vállalati számlákon levő kibocsátási egységek érvényessége továbbra is korlátlan marad, vagyis a harmadik időszakra bankolhatóak a negyedik időszakra.

### A magyar ETS-szektor összetétele és kibocsátása 2005-2018 között

2005-ben, a szabályozás bevezetésekor Magyarországon 234 létesítmény került be az ETS hatálya alá, ebből 149 tüzelőberendezés, a többi pedig energiaintenzív alpanyaggyártó ipari létesítmény, melyek technológiai folyamatai is jelentős ÜHG-kibocsátással járnak (ásványolajfinomítás, mészégetés, cement-, klinker-, kerámia-, üveg- és papírgyártás). A vizsgált időszakban számottevő fluktuáció figyelhető meg: 2005 és 2018 között a magyar ETS-szektorban az összes új belépő száma 62 volt, a kilépők száma pedig 125, így 2018 végére 171 magyarországi ipari létesítmény tartozott az ETS hatálya alá. A belépések száma nem pusztán piaci folyamatok eredménye. Az ETS harmadik időszakának kezdetétől, 2013-tól a módosított EU ETS-irányelv új ágazatokra és tevékenységekre terjesztette ki a hatályát, és bővült a kötelezett tüzelőberendezések köre is. Az ETS alá tartozó létesítmények számának változását mutatjuk be az 1. ábrán. (Tanulmányunkban az EU egységes tranzakciós jegyzékének, az EUTL-nek az adatait használjuk.)

ben a tüzelőberendezések száma nem csökkent 80% alá.

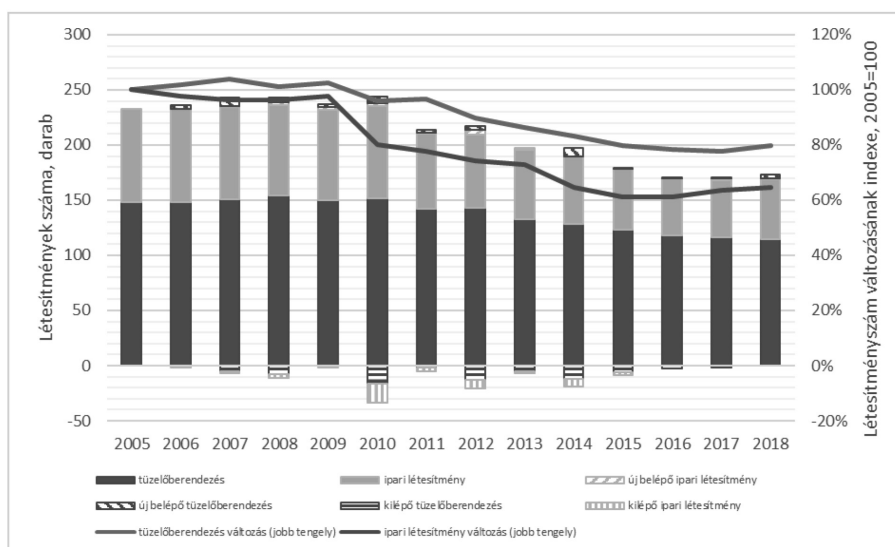
Ezzel ellentétesen alakult azonban az ágazatok összes emissziójának változása. A vizsgált időszakban az ETS alá tartozó tüzelőberendezések összes és átlagos emissziója is csökkent, miközben a vállalatok közötti eloszlása alig változott. Az ipari létesítmények összes emissziója viszont növekvő, és egyre nagyobb méretű, csökkenő számú kibocsátó között oszlik meg (2. ábra).

Ez a megfigyelés sokféle hatás eredménye lehet, de nem mond ellent annak, hogy az ipari szektorokban az intenzívebb piaci verseny és az ETS-ből eredő karbonköltségek együttesen létesítménybezárásokhoz vezethetnek, illetve az ETS fel-erősíti a kisebb, kevésbé hatékony, illetve a nagyobb, hatékonyabb létesítmények közötti versenyképességi különbségeket.

Ha felbontjuk a magyar ETS-kibocsátásokat további alágazatokra, akkor közelebről látjuk a fenti megfigyelések mögött meghúzódó változásokat. A tüzelőberendezéseknek nemcsak az átlagos, de a teljes emissziója is csökkent: a 2018-as hitelesített kibocsátásuk csak 62%-a 2005. évinek. Ennek hátterében is több tényező állhat. A 2008-as gazdasági válság és a lassú kilábalás tartósan alacsony ipari energiafogyasztást eredményezett. Szintén ebben az időszakban nőtt duplájára a villamosenergia-import (15%-ról 29%-ra) és a megújuló villamosenergia-termelés (4%-ról 8%-ra), valamint nőtt a paksi nukleáris termelés, és csökkent a lignitalapú villamosenergia-termelés. Az energiaátalakító folyamatok hatékonyságának javulása is csökkentő tényező lehet. A távhőtermelésben is teret nyert a megújuló energia, a szén pedig felváltotta a földgáz.

Ehhez hasonló csökkenést csak az ásványanyagipar produkált (65%). Kisebb mértékben mérséklődtek a fémgyártáshoz kapcsolódó emissziók (80%), és szinten maradtak az

1. ábra Az EU ETS hatálya alá tartozó magyarországi létesítmények számának változása az energiatermelő és alpanyag-termelő ipari ágazatokban 2005 és 2018 között

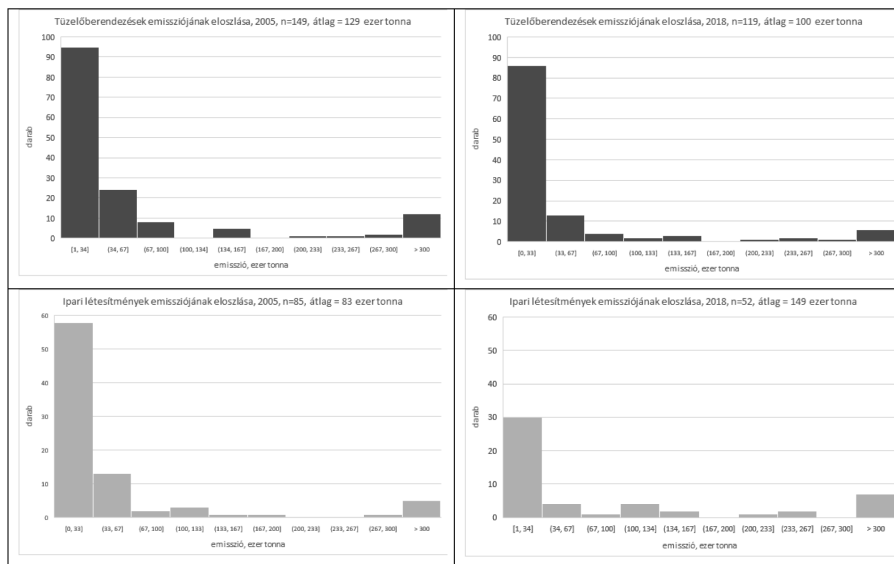


Forrás: saját ábra EUTL alapján

Ahogy az 1. ábrából látszik, az alpanyag-termelő ipari ágazatban nagyobb a kilépő létesítmények aránya. Az ETS alá tartozó magyarországi ipari létesítmények száma 2018-ban már csak 61%-a volt a tíz évvel korábbiak. Ezzel szem-

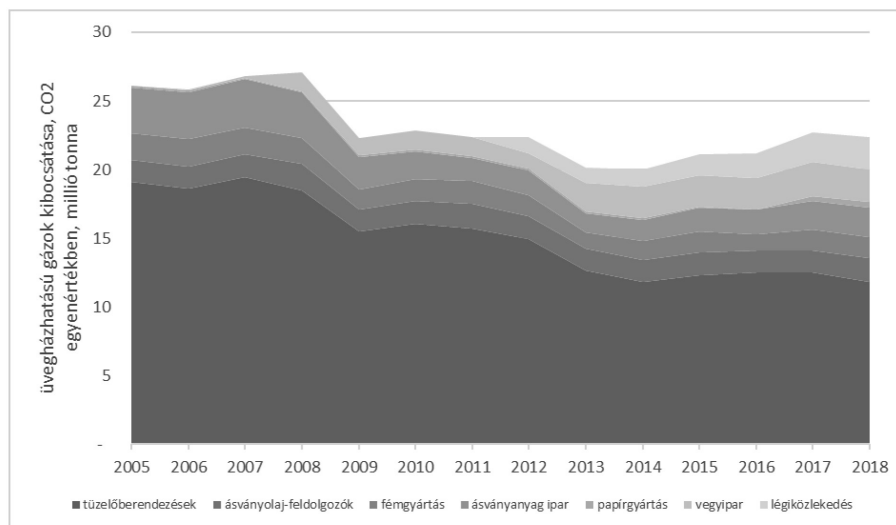
ben az ásványolaj finomításból származó kibocsátások. Jelentősen (35-szörösére) nőttek a vegyipari kibocsátások (a MOL Petrolkémia belépése miatt). A légitözeledés 2012-ben lépett be az ETS-be, és 2018-ra megduplázta kibocsátásait.

2. ábra Az ETS alá tartozó tüzelőberendezések és ipari termelő létesítmények gyakorisági eloszlása az ÜHG-emisszió egyenlő osztásközös felbontása szerint Magyarországon 2005-ben és 2018-ban



Forrás: saját számítás EUTL alapján

3. ábra Az EU ETS hatálya alá tartozó ÜHG-kibocsátások ágazati megoszlása Magyarországon 2005-2018 között, millió tonna CO2 egyenértékben



Forrás: saját ábra EUTL alapján

Ahogy a 3. ábra mutatja, a tüzelőberendezések túlsúlya miatt a magyar ETS-szektor összes kibocsátása 2005 és 2018 között 26,1 millió tonnáról húszmillió tonnára esett (23%-os csökkenés). A 2012-től belépő légitözlekedéssel együtt a csökkenés mértéke 15%, a tüzelőberendezések emissziójának közel 38%-os mérséklődése és az ipari létesítmények emissziójának közel 16%-os emelkedése következettében (a többi növekedést a légitözlekedés okozta).

#### A magyar ETS-szektor emissziópiaci pozíciója

Az EU ETS a hatálya alá tartozó magyar kibocsátásokhoz képest végtelenül nagynak tekinthető. 2019-re 31 országban több mint 11 ezer létesítmény kibocsátásait szabályozza, ezzel az EU összes ÜHG-kibocsátásának 45%-át fedi le. A magyar ETS-kibocsátások nagyjából 1%-át

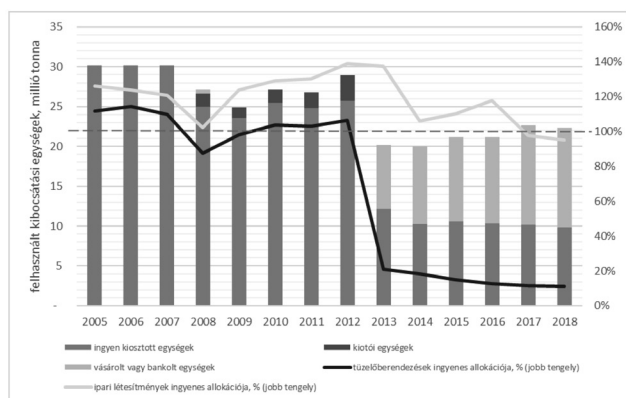
teszik ki az egységes EU ETS-sapkának. Vagyis a magyar létesítmények minden helyzetben árelfogadóak, és az egységes piac játékszabályai szerint gazdálkodnak kibocsátási egységeikkel.

Az első és a második időszakban a magyar ETS-szektor szinte valamennyi létesítménye túl volt allokálva ingyenesen kiosztott kibocsátási egységekkel. A bankolás egyedül 2007-ről 2008-ra nem volt lehetséges, 2008-tól kezdve kiosztott egységek érvényessége korlátlan.

A 2008-tól 2012-ig terjedő második időszak többtől eltérő sajátossága, hogy a létesítmények üzemeltetői a kiosztott egységeken kívül kiotói egységekkel is fedezhették emisszióikat. Ahogy korábban bemutattuk, a kiotói egységek, különösen a CER piaci ára jóval elmarad az EU ETS-egységek piaci áráról.

Az árkülönbség erős ösztönzést adott a vállaltoknak, hogy amennyire lehet, az ETS-egységek helyett jóval olcsóbb CER-ekkel és ERU-kkal fedezzék kibocsátásaikat. Vajon hogyan reagálnak erre azok a magyar vállalatok, amelyek egészen 2012 végéig bőségesen el voltak látva ingyenesen kiosztott ETS-kibocsátási egységekkel? A szabályozói várakozás szerint az ingyenes kiosztás az emissziós költségektől védi meg a vállalatokat, vagyis közömbösek maradnak. A közgazdasági elmélet szerint viszont, ha az emissziós piacon a várakozások szerint szükségesség várható, akkor az egységeknek kialakul a piaci ára, ami azokra a vállalatokra is hatást gyakorol, amelyek ingyen kapták a kibocsátási egységeiket (4. ábra).

4. ábra Az ingyenesen kiosztott, vásárolt és bankolt ETS-egységek, valamint a CER+ERU egységek megjelenése a Magyarországon évente felhasznált kibocsátási egységek összetételében, millió tonna CO2 egyenérték, 2005-2018



Forrás: saját ábra EUTL alapján

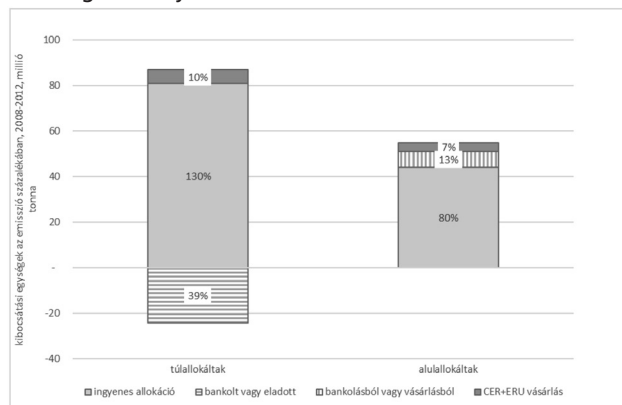
Az eredmények szerint az első időszak masszív túlallokációja nem kényelmesítette el a cégeket. 2008 és 2012 között a magyar vállalati kör tudatosan gazdálkodott a kiotói és ETS-egységek által nyújtott lehetőségekkel. Hiába az ingyenes kvóták masszív túlallokációja, a második szabályozási időszak mind az öt évében jelentős mennyiségű CER+ERU-t használtak fel emisszióik fedezésére (arányuk 6%-ról 14%-ra nőtt), és az öt év átlagában (közel 8%) majdnem ki is töltötték Magyarország 10%-os CER+ERU felhasználási kvótáját. A magyar vállalatok által 2008-2012 között behozott összes kiotói egység mintegy hétmillió tonna CER-t és hárommillió tonna ERU-t jelentett.

Elemzésünk tehát inkább az elméleti várakozásokat támasztja alá: az ingyenes kiosztás mellett is érvényesülnek az emissziós piaci árak, ha nem is jelennek meg azonnal a vállalati kiadások között.

A kérdés további elemzéséhez az EUTL-adatbázis alapján szétválasztottuk a 2008-2012 között túlallokált és alulallokált vállalati kört. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a

túlallokáció tompítja-e a racionalitást, vagyis kevésbé hatnak-e az árnyékarak révén érvényesülő közvetett haszonáldozati költségek, mint az alulallokáció miatt vásárlási kényszerben lévő vállalatokra a tényleges kvótaberzserzési költségek. Az eredményt az 5. ábrán foglaljuk össze.

5. ábra A túlallokált és az alulallokált magyar ETS vállalati kör pozíciója és CER+ERU vásárlási aktivitása 2008 és 2012 között, millió tonna CO2 egyenérték és az egységek aránya az összes emisszió százalékában



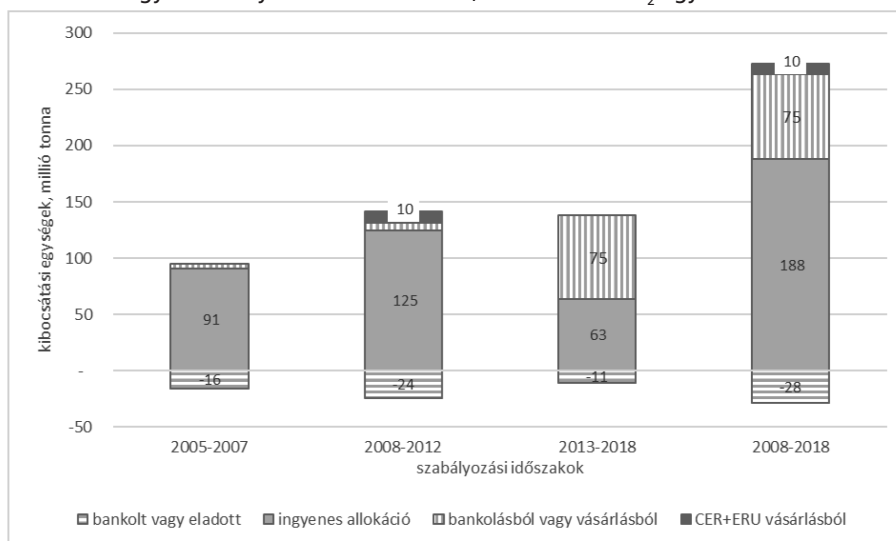
Forrás: saját ábra EUTL alapján, megj: a negatív értékek a többlet egységeket jelölik

Azt látjuk, hogy érdekes módon aktívabb volt a kiotói egységek nyújtotta arbitrázs lehetőség kihasználásában a túlallokált vállalati kör, akik összes emisszióik 10%-át fedezték CER-ekkel és ERU-kkal, míg az alulallokáltak 7%-ig használtak fel ilyen egységeket. A túlallokált vállalati kör, miközben CER-eket és ERU-kat vásárolt, az ingyen megkapott egységek jelentős részét vagy saját számlán tartalékolta későbbi évekre, vagy eladta. Ez a mennyiség majdnem elérte összkibocsátásuk 40%-át. Ezzel szemben az alulallokált vállalati kör összes emisszióinak 13%-át volt kénytelen piacról vásárolt egységekből fedezni, és csak 7%-ot sikerült olcsóbb CER-ek és ERU-k vásárlásával biztosítani.

Ha megnézzük a bankolások és adásvételek szerepét az egyes időszakokban és a teljes szabályozás ideje alatt, akkor azt látjuk, hogy a magyar vállalati kör ugyan jelentős mennyiséget tartalékolta vagy adott el a második időszakban, a harmadik időszaktól kezdve egyre nagyobb teret nyerő aukciós kiosztás azonban erősen deficit helyzetbe hozta a kibocsátókat. A második és harmadik időszak allokációból származó összes többlet mennyisége (közel 35 millió tonna) majdnem negyvenmillió tonnával kevesebb, mint a bankolásból vagy vásárlásból származó felhasznált egységek száma (mintegy 75 millió tonna). Vagyis 2008 és 2018 között csak az összes kibocsátás 16%-át kellett aukción vagy az emissziós piacon megvásárolniuk az ETS alá tartozó magyar cégeknek (6. ábra).



6. ábra Az ingyenes allokáció, a bankolás, az adásvétel és a CER+ERU vásárlások szerepe a magyar ETS vállalati körben az egyes szabályozási időszakokban, millió tonna CO<sub>2</sub> egyenértékben



Forrás: saját ábra EUTL alapján

Azt, hogy magyar cégek ténylegesen mennyit tartalékolnak és mennyit adnak el az emissziós piacokon, az EUTL-adatbázis alapján nem lehet elkülöníteni. De az általános emissziós piaci aktivitás alapján arra lehet következtetni, hogy a magyar kötelezett kör is megforgatja esetleges egységtöbbletét. Az Európai Bizottság egy felmérése (EC, 2016) szerint 2015-ben a kibocsátási egységek közvetlen adásvételi tranzakcióinak és a derivatív termékek forgalmának összes volumene a kereskedési napok átlagában 26 millió tonna volt, ami több, mint a teljes magyar ETS-szektor 2015. évi összkibocsátása (21,1 millió tonna). Ez a piaci aktivitás 2015. év egészére nézve több mint 6,6 milliárd tonna piaci tranzakciót jelent, ami az EU ETS 2015. évi összkibocsátásához (1,9 Mrd tonna) képest magas érték, átlagosan több mint három tranzakció az évben felhasznált kibocsátási egységek minden egyes tonnájára.

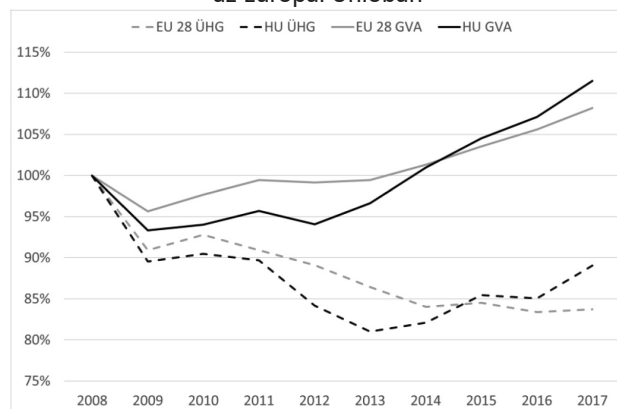
### Magyarország klímaváltozást okozó gázkibocsátásainak dekompozíciós elemzése

Az ETS-szektor vállalatai a magyar székhelyű gazdasági szervezetek ÜHG-kibocsátásainak közel felét fedték le 2017-ben (49,6 millió tonnából 22,3 millió tonna, Eurostat). Érdekes megvizsgálni, hogy emissziós pályájuk és egyéb, az EUTL adatbázisa alapján megfigyelhető tulajdonságaik visszaköszönnek-e az országos ÜHG-kibocsátási trendet meghatározó főbb folyamatokban. Az országos összkibocsátás ténylegesen megfigyelhető változásában számos tényező játszott közre: a gazdasági konjunktúra, a nemzetgazdaság ágazati szerkezetének átalakulása, az energiahatékonyság esetleges javulása, vagy az eltérő karbonintenzitású energiaforrások felhasználása. Ebben a fejezetben az emissziós pályát befolyásoló főbb tényezők egyedi hatását elemezzük.

A következő ábrán az üvegházhatású gázkibocsátás és bruttó hozzáadott érték alakulása látható az elmúlt tíz évben Magyarországon és az Európai Unióban. Míg a két trend 2010-et követő szétválása az EU-ban gyakorlatilag

fennmaradt 2017-ig, Magyarországon – egy erőteljesebb gazdasági növekedés mellett – a kibocsátás 2013 után ismét felfelé ívelő pályára állt (7. ábra).

7. ábra Bruttó hozzáadott érték és az összes üvegházhatású gázkibocsátás trendjének alakulása Magyarországon és az Európai Unióban



Forrás: saját ábra Eurostat adatok alapján

A NACE2-es ágazati besorolással konzisztens kibocsátási adatok az EU-ra 2008-tól, Magyarországra viszont már 1995-től elérhetők. A 8. ábra a teljes magyar gazdaság, a feldolgozóipar és az energiaszektor hasonló adatait ábrázolja. Látható, hogy a teljes gazdaságra és a feldolgozóiparra vonatkozó trendvonalak már 1995-től kettéválnak, a fosszilis energiától erősen függő energiaellátási szektor esetében azonban a két érték jellemzően együtt mozog.

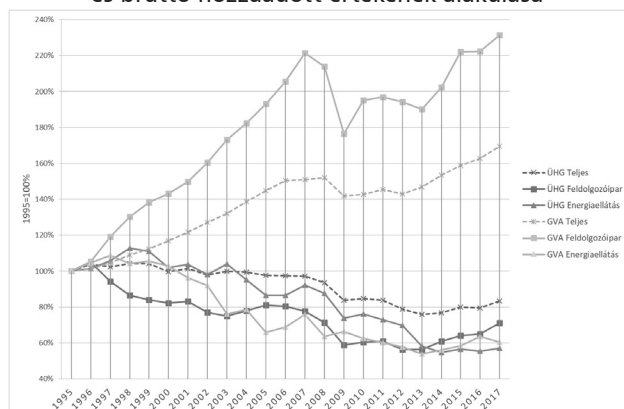
Az emisszió mértékére jelentős hatással van az egyes szektorok gazdasági teljesítményének alakulása, amely összefügg az energiafelhasználás mértékével. Az emisszió csökkenthető a felhasznált primer energia karbonintenzitásának csökkentésével, pl. a szén felhasználásáról a földgáz, illetve megújuló energiaforrások alkalmazására való áttéréssel. A primerenergia-átalakítás – többek között a

villamosenergia-termelés – hatékonyságának növekedése is csökkenti a fosszilis energiaforrások iránti igényt. Jelentős szerepe van ezen kívül az egyes végső energiafelhasználó szektorok energiahatékonyságának is, melynek javulása az energaintenzitási mutató csökkenésében mutatkozhat meg. Az egységnyi bruttó hazai termékre (GDP) vagy bruttó hozzáadott értékre (GVA) jutó energiafogyasztás mértékét azonban nemcsak a hatékonyabb felhasználás mérsékelheti, hanem a gazdasági szerkezet kevésbé energaintenzív tevékenységek irányába való elmozdulása is. Ezért az egyes nemzetgazdaságok emissziós trendjének elemzése rendszerint a gazdasági szerkezet alakulását is figyelembe veszi.

Az elemzési lehetőségeket behatárolja a megfelelő bontású és minőségű adatok rendelkezésre állása. A fent említett tényezők egy részét több okból sem tudtuk előállítani Magyarországon esetében. Egyrészt, a hazai és az európai statisztikák alapján nincs lehetőség arra, hogy a primerenergia-fogyasztást gazdasági ágazatokhoz rendeljük, ezért a primer energia átalakítását végző – többek között a villamosenergia-termelő – tevékenységek energiahatékonysági és strukturális mutatói nem integrálhatók egyetlen dekompozíciós vizsgálatba. Szintén problémát jelent a hazai ágazati szintű energiafogyasztási adatokban található hiba, amely miatt a 2013-at megelőző évekre vonatkozó információk felhasználása nem vezet korrekt eredményre<sup>iv</sup>. Az ÜHG-emisszió alakulását befolyásoló tényezők vizsgálatára ezért - a rendelkezésre álló adatok függvényében – két különböző index-dekompozíciót alkalmaztunk:

- Az első elemzés *aggregált* adatok felhasználásával elemzi a hazai gazdasági szervezetek és háztartások ÜHG-emissziós trendjét. Azt vizsgálja, hogy az emisszió alakulását milyen mértékben határozta meg a gazdaság teljesítménye, a primer energia karbonintenzitása, a primer energia átalakítási hatékonysága és a teljes bruttó hozzáadott érték alapján számított energaintenzitás.
- A második, *szektorális* adatokkal végzett index-dekompozíció fő célja annak feltárása, hogy a gazdasági tevékenységet végző egységek emisszióját milyen mértékben határozta meg a gazdasági szerkezet átalakulása (strukturális hatás), a gazdasági teljesítmény és az egyes szektorok karbonintenzitásának változása.

8. ábra A feldolgozóipari, az energiaellátási szektorok és Magyarország teljes üvegházhatású gázkibocsátásának és bruttó hozzáadott értékének alakulása



Forrás: saját ábra, Eurostat alapján

Az első számítás aggregált gazdasági, energiafelhasználási és emissziós statisztikákon alapszik, és az ÜHG-kibocsátás alakulását a következő összefüggésnek megfelelően bontja tényezőkre:

$$CO_2 = GVA * \frac{CO_2}{PEC} * \frac{PEC}{FEC} * \frac{FEC}{GVA} \quad (1)$$

Ahol	
CO <sub>2</sub> -	ÜHG-kibocsátás [t CO <sub>2eq</sub> ]
GVA -	Bruttó hozzáadott érték [millió EUR]
PEC -	Primerenergia-felhasználás [TJ]
FEC -	Végső energiafelhasználás [TJ].

A fenti képlet az ÜHG-kibocsátás változását a következő tényezők alakulásával magyarázza:

- *GVA*: a bruttó hozzáadott érték, a *gazdasági teljesítmény mérőszáma* (gross value added, GVA [millió EUR]),
- *CO<sub>2</sub>/PEC*: *primer energia karbonintenzitása* (egységnyi primer energia felhasználásából származó ÜHG-kibocsátás [g CO<sub>2eq</sub>/MJ]),
- *PEC/FEC*: *primer energia-átalakítás hatékonysága* – a primer és végsőenergia felhasználás aránya [% (>100)],
- *FEC/GVA*: *energaintenzitás* - az egységnyi bruttó hozzáadott érték előállításához szükséges végső energiafelhasználás [MJ/EUR].

Az (1) összefüggés alapján az ÜHG-emisszió 0. és T. évek közötti változása az LMDI módszer additív változatának megfelelően a következőképpen írható fel:

$$CO_{2T} - CO_{20} = \Delta GVA + \Delta \frac{CO_2}{PEC} + \Delta \frac{PEC}{FEC} + \Delta \frac{FEC}{GVA} \quad (2)$$

vagyis

$$CO_{2T} - CO_{20} = w * \ln \left( \frac{GVA_T}{GVA_0} \right) + w * \ln \left( \frac{CO_{2T}/PEC_T}{CO_{20}/PEC_0} \right) + w * \ln \left( \frac{PEC_T/FEC_T}{PEC_0/FEC_0} \right) + w * \ln \left( \frac{FEC_T/GVA_T}{FEC_0/GVA_0} \right) \quad (3)$$

$$\text{és } w = \frac{CO_{2T} - CO_{20}}{\ln(CO_{2T}) - \ln(CO_{20})} \quad (4)$$

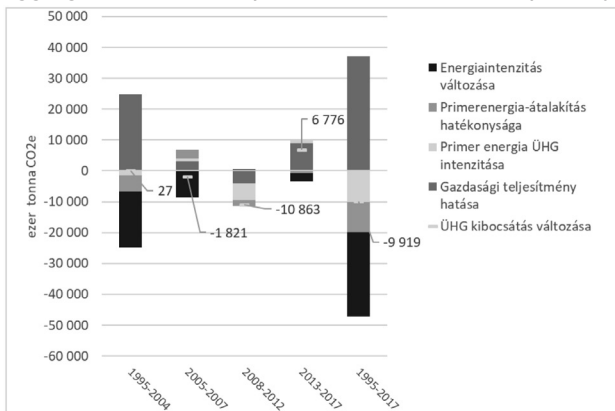
Az elemzéshez felhasznált adatok az Eurostat adatbázisából származnak.<sup>v</sup> Az aggregált adatokon alapuló felbontásban szereplő ÜHG-emisszió az Eurostat NACE 2-es ágazati besorolással konzisztens „emissziós számlák” teljes gazdaságra vonatkozó adatát takarja, kiegészülve a háztartások kibocsátásaival.

A hazai trendek bemutatásán túl célunk volt az európai uniós tendenciákkal való összehasonlítás is. Az „emissziós számlák” adatai azonban az Európai Unió egészére csupán 2008-tól állnak rendelkezésre, ezért az eredmények az elmúlt tíz évre vonatkozóan vehetők össze. Az additív LMDI dekompozíciót öt különböző időszakra végeztük el Magyarországon esetében:

- 1995-2004 – a rendelkezésre álló emissziós adatok kezdő időpontja és az uniós csatlakozás közötti időszak,
- 2005-2007 – az EU ETS első időszaka,
- 2008-2012 – az EU ETS második időszaka,
- 2013-2017 – az EU ETS harmadik időszakának azon szakasza, amelynek adatai rendelkezésre állnak,
- 1995-2017 – a teljes vizsgált időszak.

Az öt periódusra vonatkozó eredményeket a 9. ábra mutatja.

9. ábra Magyarország teljes ÜHG-kibocsátásváltozásának aggregált adatokon alapuló, additív LMDI dekompozíciója



Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

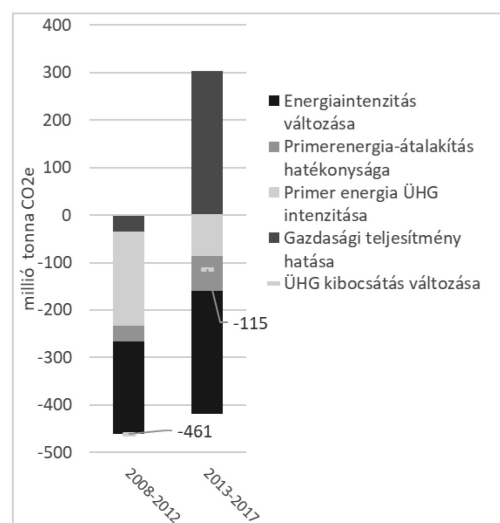
Az ábra alapján a következő főbb megállapításokat tehetjük:

- Az 1995-ös, közel 75,8 millió tonnás ÜHG-emisszió mindössze 27 ezer tonnával nőtt 2004-re, mely változás háttérben jelentős primerenergia-átalakítási hatékonyságnövekedés és energiaintenzitás-javulás állt, alacsonyabb kibocsátással járó primer energiaforrások felhasználása mellett. A gazdasági növekedésből adódó emisszió-növekedés azonban jelentős mértékben ellensúlyozta a pozitív hatásokat. Fontos szem előtt tartani, hogy az aggregált adatokon nyugvó index-felbontásban a strukturális hatást nem tudtuk elkülöníteni, ezért az energiaintenzitás kedvező irányú elmozdulása a gazdasági szerkezet átalakításával járó energiamegtakarítást is magában foglalja. (Az erre vonatkozó eredményeket ld. a második, szektorális index-dekompozíció bemutatásánál.)
- A 2005-2007-es időszakban érdekes módon nem javult, hanem romlott a primerenergia-átalakítás hatékonysága, annak ellenére, hogy elindult az EU ETS első időszaka. A primerenergia karbon tartalma is nőtt valamelyest, a mindenkorai ÜHG-intenzitást azonban a gáz és szénárak viszonya, és ebből adódóan felhasználási arányaik változása is jelentősen befolyásolja. A gazdasági növekedés és az energiaintenzitás javult ebben az időszakban, összességében 1,8 millió tonnás kibocsátáscsökkenés valósult meg.
- A 2008-2012-es periódus a gazdasági válság éveit is magában foglalta. A dekonjunktúra emissziócsökkenéssel párosult, a primer energia ÜHG-intenzitása és az átalakítás hatékonysága is javult. Kismértékű energiaintenzitás-romlás figyelhető meg az időszakban, ami azonban a mutató nevezőjében szereplő bruttó hozzáadott érték csökkenéséből is adódhat, a korlátozott értékesítési lehetőségek következtében. Összességében jelentős, 10,8 millió tonna feletti emissziócsökkenés valósult meg ebben az időszakban.
- A 2013-at követő években, főként 2015-től ismét kibocsátás-növekedéssel járt a gazdasági fellendülés, és a magasabb karbon tartalmú primer energiaforrások aránya is emelkedett. Az energiaintenzitás és a primer energia-átalakítás hatékonysága ugyan csökkentőleg hatottak az emisszióra, de a gazdasági növekedés hatását nem tudták ellensúlyozni.

1995-höz képest 2017-re Magyarországról közel tízmillió tonnával kevesebb üvegházhatású gáz került a légkörbe, amely csökkenéshez 10-10 millió tonnával járult hozzá a primerenergia-átalakítás hatékonyságának és ÜHG-intenzitásának kedvező irányú elmozdulása és 27 millió tonnával a GDP energiaintenzitásának csökkenése. Mindezzel szemben a gazdasági teljesítmény bővülése csak 37 millió tonna emisszió növekményt okozott. Az eredmények azonban azt sugallják, hogy a gazdasági növekedés hatását egyelőre nem minden időszakban tudta ellensúlyozni az energiahatékonyság és az ÜHG-intenzitás javulása.

Az uniós ÜHG-kibocsátási index-dekompozíciójának eredményei a 10. ábrán láthatóak. Az Európai Unióban a 2008-2012-es időszakban 461 millió tonnával mérséklődött az ÜHG-emisszió, amelyhez legnagyobb mértékben a felhasznált primerenergia alacsonyabb karbon tartalma és az energiaintenzitás kedvező irányú változása járult hozzá, és a másik két tényező is kibocsátáscsökkentő hatást eredményezett. A 2013-at követő időszakban a magyarországi folyamatokhoz hasonlóan a gazdasági növekedés emelkedett emisszióval párosult, a közel 300 millió tonna plusz kibocsátást azonban a többi tényező – legnagyobb mértékben az energiaintenzitás javulása – ellensúlyozni tudta, és az öt év alatt összességében még így is 115 millió tonnával kevesebb ÜHG került a légkörbe. 2008 és 2017 között 4,2 milliárdról 3,5 milliárdra mérséklődött az emissziós számlákban közzétett karbon emisszió.

10. ábra Az EU teljes ÜHG-kibocsátásváltozásának aggregált adatokon alapuló, additív LMDI dekompozíciója



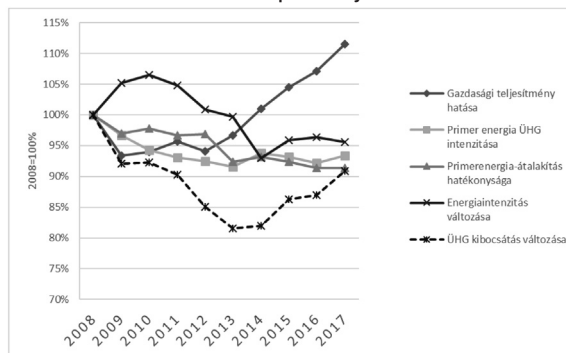
Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

Az LMDI módszer multiplikatív változata alkalmas arra, hogy a vizsgált tényezők éves láncindexéből előállított bázisindexek segítségével ábrázolhassuk azok trendjét. Az előzőekben vizsgált összefüggés multiplikatív változata az adott időszaki relatív ÜHG-emisszió-változást az alapadatok aggregáltsága miatt a következő leegyszerűsített összefüggéssel írja le:

$$\frac{CO_{2T}}{CO_{20}} = \left(\frac{GVA_T}{GVA_0}\right) * \left(\frac{CO_{2T}/PEC_T}{CO_{20}/PEC_0}\right) * \left(\frac{PEC_T/FEC_T}{PEC_0/FEC_0}\right) * \left(\frac{FEC_T/GVA_T}{FEC_0/GVA_0}\right) \quad (5)$$

A trendek összehasonlítása érdekében a multiplikatív változat eredményeit mind Magyarország mind az EU esetében előállítottuk a 2008-2017-es időszak éveire, és a 2008-as év eredményeit 100%-nak véve ábrázoltuk őket a 11. és a 12. ábrán.

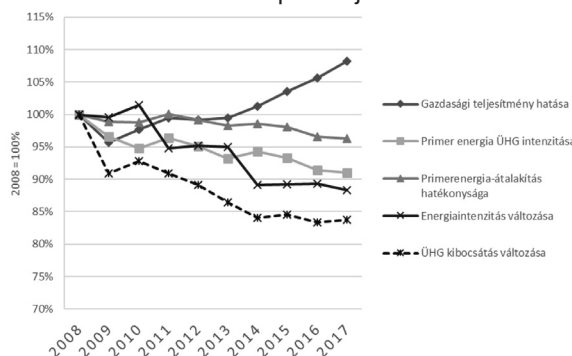
11. ábra Magyarország teljes ÜHG-kibocsátásváltozásának aggregált adatokon alapuló, multiplikatív LMDI dekompozíciója



Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

A magyarországi emissziót meghatározó tényezők változását megfigyelve kiderül, hogy a 2008-2012-es időszakban a válságot követő gazdasági fellendülés nem járt együtt az ÜHG-kibocsátás azonnali emelkedésével, jelentősebb emisszió-növekedés 2014 után figyelhető meg. A primer energia ÜHG-intenzitása alacsonyabb lett a megfigyelt időszakban, de a trendben tapasztalható ingadozás jól leköveti a gázárak változását. A primerenergia-átalakítás hatékonysága alapján véve javuló tendenciát mutat. Az energiaintenzitás a 2014-et követő időszakban némileg romlott, de 2008-hoz képest összességében javulás tapasztalható. Látható a 12. ábrából, hogy főként a gazdasági bővülés eredményezte az elmúlt három év növekvő kibocsátási trendjét.

12. ábra: Az EU teljes ÜHG-kibocsátásváltozásának aggregált adatokon alapuló, multiplikatív LMDI dekompozíciója



Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

Az EU-s ÜHG-kibocsátások dekompozíciója abban tér el a magyarországitól, hogy gyakorlatilag folyamatosnak tekinthető a gazdasági teljesítmény és az ÜHG-kibocsátás trendjének szétválása 2010 után, bár néhány évben enyhe emelkedés tapasztalható az emisszióban. A másik három

tényező trendje is csökkenő, vagyis az emisszió mérséklését segítették elő.

Hogy az ágazati struktúra változásának emisszióra gyakorolt hatását is megragadhatjuk, egy másik dekompozíciót is elvégeztünk, némileg eltérő, szektorális szintű adatokkal<sup>vi</sup>. A gazdaság szerkezeti átalakulásának szerepét a végsőenergia-felhasználásból származó ÜHG-emisszió dekompozíciójával tudtuk vizsgálni, az Eurostat „emissziós számlák” és „nemzeti számlák” statisztikáit alapul véve. Mivel a feldolgozóipari ágazatok strukturális változásának és energiaintenzitásának együttes elemzésére nincs lehetőség az adott időtávon (a 2013-nál korábbi energiaszisztematikák hibája miatt), a dekompozíciót az energiafogyasztási adatok kihagyásával, közvetlenül az egyes szektorok karbonintenzitásának figyelembevételével végeztük el a következő összefüggés alapján:

$$CO_2 = \sum_i GVA_i * \frac{GVA_i}{GVA} * \frac{CO_{2i}}{GVA_i} \quad (6)$$

ahol

- $CO_2$  - NACE 2 szektorok tevékenységéből származó összes ÜHG-kibocsátás [ezer t  $CO_{2eq}$ ],
- $CO_{2i}$  - Az egyes szektorok tevékenységeiből származó ÜHG-kibocsátás [ezer t  $CO_{2eq}$ ],
- $GVA$  - NACE 2 szektorok tevékenységéből származó összes bruttó hozzáadott érték [millió EUR],
- $GVA_i$  - Ágazati bruttó hozzáadott érték [millió EUR].

A fenti képlet az ÜHG-kibocsátás változását a következő mutatók hatásával magyarázza:

- $GVA$ : a bruttó hozzáadott érték, a gazdasági teljesítmény mérőszáma (gross value added,  $GVA$  [millió EUR]),
- $GVA_i/GVA$ : strukturális hatás - az egyes gazdasági ágazatokban előállított bruttó hozzáadott érték teljes hozzáadott értékhez való hozzájárulása, [%],
- $CO_{2i}/GVA_i$ : karbonintenzitás - az egyes szektorok egyéni hozzáadott értékre vonatkoztatott ÜHG-kibocsátása [ $g CO_{2eq}/MJ$ ].

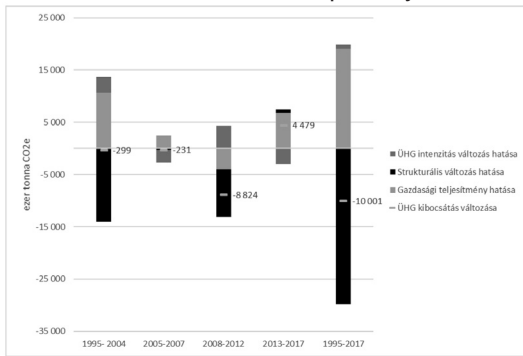
Fontos megjegyeznünk, hogy a teljes ÜHG-emisszió értéke jelen esetben eltér az aggregált adatokat felhasználó dekompozícióban alkalmazott statisztikától: míg utóbbi esetében a háztartások energiafelhasználásából származó emissziót is tartalmazta, a jelen dekompozíció csupán a gazdasági tevékenységet folytató szervezetek ÜHG-kibocsátását veszi figyelembe.

A (6) képletnek megfelelően a 0. és T. évek közötti időszokban az ÜHG-kibocsátás változása az LMDI módszer additív változata alapján:

$$CO_{2T} - CO_{20} = \sum_i w_i \ln \left( \frac{GVA_T}{GVA_0} \right) + \sum_i w_i \ln \left( \frac{GVA_{iT}}/GVA_{i0}}{GVA_T/GVA_0} \right) + \sum_i w_i \ln \left( \frac{CO_{2iT}/GVA_{iT}}{CO_{2i0}/GVA_{i0}} \right) \quad (7)$$

és 
$$w_i = \frac{CO_{2iT} - CO_{2i0}}{\ln(CO_{2iT}) - \ln(CO_{2i0})} \quad (8)$$

13. ábra A magyarországi gazdasági szervezetek ÜHG-kibocsátásváltozásának szektorális adatokon alapuló, additív LMDI dekompozíciója

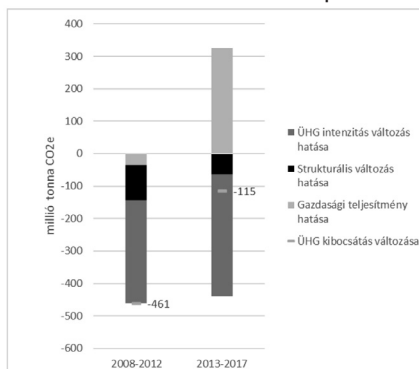


Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

Az eredményeket a 13. ábra tartalmazza Magyarország esete, az előző elemzéshez hasonló periódusokat alapul véve. Az eredmények azt sugallják, hogy az aggregált adatokkal végzett dekompozícióban eredményül kapott energiaintenzitás-javulás okozta emissziócsökkenés nagy valószínűséggel többnyire a gazdasági szerkezet kevésbé karbonintenzív tevékenységek irányába történő elmozdulásából adódott. Ezt a feltételezést megerősíti az a tény, hogy az ÜHG-intenzitás hatása a 2. és 4. periódus kivételével emisszió-növelő hatású, és érdekes módon periódusonként eltérő irányban befolyásolta az ÜHG-kibocsátás mértékét. Bár az alapadatok némileg eltérnek, az emisszió-változás iránya az első periódustól eltekintve megegyezik az első elemzés eredményével. A 2008-2012-es időszakban megfigyelhető pozitív ÜHG-intenzitás-hatást a nevezőben szereplő hozzáadott érték gazdasági visszaesésből adódó lecsökkenése is eredményezhette. A vizsgált gazdasági szektorokban összességében 10 milliós kibocsátás-elkerülés történt a teljes, 1995-2017-es periódus során.

Az EU-ra végzett index-felbontás a vizsgált szektorokban 2008 és 2012 között 461 millió tonnás emissziócsökkenést mutat, amiből közel 300 millió tonnát az emisszióintenzitás javulása következtében sikerült elkerülni. A 2013-as évet követően a gazdasági fellendülés hasonló mértékű növekedést eredményezett, amit azonban a strukturális hatás és az ÜHG-intenzitás további javulása ellensúlyozni tudott. Így összességében az előző periódushoz képest szerényebb, de így is jelentős, 115 millió tonnás emissziócsökkenést értek el az EU gazdasági szervezetei 2013-2017 között (14. ábra).

14. ábra Az EU gazdasági szervezetei ÜHG-kibocsátásváltozásának szektorális adatokon alapuló, additív LMDI



Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

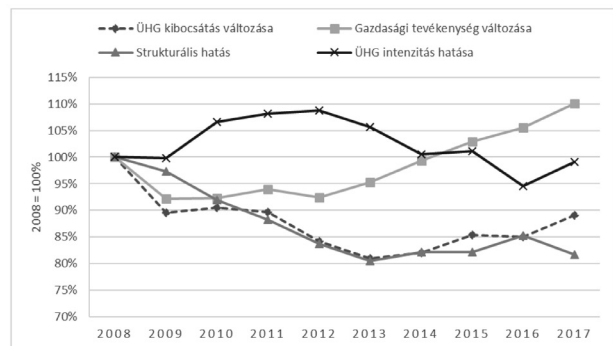
Az index felbontás multiplikatív változata segítségével meghatároztuk az egyes évek közötti relatív elmozdulást is:

$$\frac{CO_{2T}}{CO_{20}} = \exp\left(\sum_i \frac{w_i}{w} \ln\left(\frac{GVA_T}{GVA_0}\right)\right) * \exp\left(\sum_i \frac{w_i}{w} \ln\left(\frac{GVA_{iT}/GVA_T}{GVA_{i0}/GVA_0}\right)\right) * \exp\left(\sum_i \frac{w_i}{w} \ln\left(\frac{CO_{2iT}/GVA_{iT}}{CO_{2i0}/GVA_{i0}}\right)\right) \quad (9)$$

és 
$$w = \frac{CO_{2T} - CO_{20}}{\ln(CO_{2T}) - \ln(CO_{20})} \quad (10)$$

A 15. ábrán bemutatott eredmények alapján látható, hogy Magyarországon az ÜHG-intenzitás 2012-ig tartó kedvezőtlen hatása ellenére a 2008-at követő időszakban az emisszió csökkenő trendet mutatott egészen 2013-ig, utána azonban a gazdasági növekedéssel párhuzamosan ismét növekedő pályára állt.

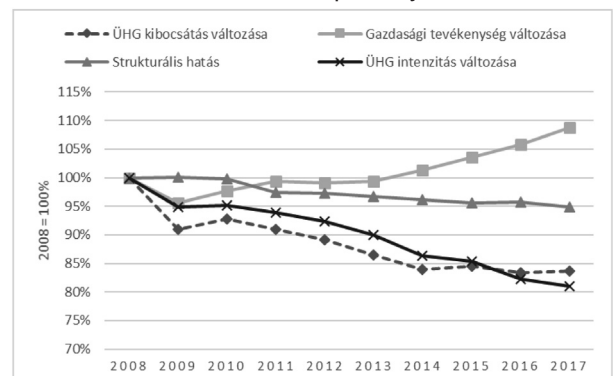
15. ábra A magyarországi gazdasági szervezetek ÜHG-kibocsátásváltozásának szektorális adatokon alapuló, multiplikatív LMDI dekompozíciója



Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

A teljes EU-s kibocsátás 2008-hoz viszonyítva nem növekedett hasonló mértékben 2014 után, az ÜHG-intenzitás csökkenése és a strukturális hatás eredményeképpen megközelítőleg szinten tudott maradni a folyamatos gazdasági bővülés ellenére (16. ábra)

16. ábra Az EU gazdasági szervezetei ÜHG-kibocsátásváltozásának szektorális adatokon alapuló, multiplikatív LMDI dekompozíciója



Forrás: saját számítás Eurostat adatok alapján

A két index-dekompozíciós elemzés alapján levonhatjuk a következtetést, hogy a magyarországi ÜHG-emisszió közel tízmillió tonnákörüli csökkenéséhez a primerenergia-

átalakítás magasabb hatékonysága és a felhasznált primer energia karbontartalmának mérséklődése mellett legnagyobb mértékben a gazdaság energiaintenzitásának javulása járult hozzá, ami – ahogy a szektorális index-dekompozícióból kiderült - gyakorlatilag a gazdasági szerkezet kevésbé karbonintenzív tevékenységek irányába történő átalakulásának (strukturális változás) köszönhető.

### Következtetések

Tanulmányunkban Magyarország és azon belül a magyar ETS-szektorok emissziós trendjét, valamint az országos ÜHG-kibocsátására ható tényezőket és az azok közötti kapcsolatokat vizsgáltuk. A tanulmány kiinduló kérdése, hogy milyen okoknak köszönhető a gazdasági növekedés és az emissziós pálya trendjeinek szétválása, majd a szétválás megtorpanása az időszak végén. Az ETS-szektorok tranzakcióit és szerkezeti változásait az EUTL-adatbázis alapján elemeztük. Az emisszió alakulását index-dekompozíciós módszerrel vizsgáltuk, és összevetettük az Európai Unióban megfigyelhető hatásokkal.

A legfontosabb eredményeink a következők.

Az ETS fennállása során, 2005-től 2018-ig a (légiközlekedés nélküli) magyar ETS-szektor összes kibocsátása 23%-kal csökkent, a tüzelőberendezések emissziójának 38%-os csökkenése és az ipari létesítmények emissziójának 16%-os növekedése révén.

Az Európai Unióban az elmúlt tíz évre rendelkezésre álló adatok szerint a gazdasági növekedés és az ÜHG-emisszió trendje egyértelműen szétválik, míg Magyarországon ugyanez csak az időszak első felében figyelhető meg. Aggregált index-dekompozíciós elemzésünk megmutatta, hogy az Európai Unióban az emissziót befolyásoló három legfontosabb összetevő, a primerenergia-felhasználás karbonintenzitása, a primerenergia-átalakítás hatékonysága és az összegazdasági energiaintenzitás egyaránt csökkentette az összkibocsátást. Ezzel szemben Magyarországon nem figyelhető meg egyértelműen e faktorok mérséklő hatása, egyedül az összegazdasági energiaintenzitás csökkenése meghatározó, és a gazdasági fellendülés az időszak végén már az emisszió növekedésével járt együtt. Ezért a Magyarországra megfigyelt emissziócsökkenés magyarázatát keresve további dekompozíciós elemzést végeztünk, a gazdasági szerkezet változásának esetleges hatásait kutatva. A gazdasági szervezetek szektorális adatainak elemzése rámutatott, hogy az ÜHG-kibocsátást leginkább meghatározó összegazdasági energiaintenzitás-csökkenés legfőképpen a gazdasági szerkezet átalakulásából ered. Ugyanezt a hatást az EU-ban is kimutattuk, de mértéke ott jóval alacsonyabb.

Érdekes módon a magyar ETS-szektorokban az emissziókereskedelmi rendszer első időszakában növekedett a szabályozott létesítmények összkibocsátása. Az aggregált index-dekompozíció ugyanakkor azt mutatja, hogy mind a primerenergia-átalakítás hatékonysága, mind a primer energia karbonintenzitása növelő hatást gyakorolt az országos emisszió alakulására, ami arra enged következtetni, hogy a bőséges kezdeti allokáció és a második időszaki sapka befolyásolására irányuló stratégiai viselkedés összességében nem ösztönözte a vállalati emisszió mérséklését.

A második időszak szinte teljesen egybeesik a gazdasági válsággal, ami általános lassulást és elsősorban ebből eredő emisszió csökkenést eredményezett az EU-ban, Magyarországon és a magyar ETS-szektorban egyaránt. Az EU-ban valamennyi általunk vizsgált faktor változása emissziócsökkenést eredményezett, míg Magyarországon a gazdálkodó szervezetek gazdasági teljesítményének ÜHG-intenzitása romlott, ami a válság miatt csökkenő gazdasági teljesítményből is eredhet. Az ETS-szektorban is általános volt az emisszió visszaesése, a tüzelőberendezések körében enyhébb, az ipari létesítmények körében viszont erőteljesebb mértékben.

A harmadik időszak hozta el a legérdekesebb változásokat. A gazdasági konjunktúra mind az EU-ban, mind Magyarországon egyértelműen növelő hatást gyakorolt az ÜHG-kibocsátásra. Csakhogy míg az EU egészét vizsgálva azt találtuk, hogy nagyjából a szektorális ÜHG-intenzitás javulása, kisebb részt a gazdasági struktúra átalakulása képes volt ellensúlyozni a konjunktúrális emissziós hatást, Magyarországon ugyanebben az időszakban az ÜHG-intenzitás javulása mellett a konjunktúra és a gazdasági szerkezet változása összességében növelte az ÜHG-kibocsátást.

Az ETS-szektorban is jelentős átrendeződést hozott a harmadik időszak Magyarországon: 2013-tól 2018-ig a magyar ETS-emisszió 5%-kal nőtt (a légiközlekedéssel együtt több mint 10%-kal), a tüzelőberendezések emissziójának 7%-os csökkenése és az ipari szektorok emissziójának 28%-os növekedése mellett.

Összességében úgy látjuk, hogy Magyarországon egyelőre nincsenek meg az erős fundamentális alapjai annak, hogy az ÜHG-emissziós pálya tartósan elszakadjon a gazdasági teljesítménytől, és ebben az ETS magyarországi működése sem hozott áttörést. Az egyetlen biztosan azonosítható tényezőként a gazdasági struktúra átalakulását sikerült azonosítanunk. Ezt csak akkor lehetne kedvezően értékelni, ha nemcsak a cikkünkben követett termelési alapú, hanem a fogyasztási alapú emissziószámolás-elemzések is hasonló eredményt adnának, vagyis a belföldi fogyasztásból eredő ÜHG-kibocsátás nem haladná meg termelésből származó emissziót. Az erre vonatkozó szakirodalom azonban ezt nem támasztja alá. Egy kiteljesedő dezindusztrializáció és az ipari termékek ezzel párhuzamosan növekvő importja azt jelentheti, hogy Magyarországról karbon kibocsátás vándorol ki – igaz, hogy a várakozásokkal szemben nem az ETS-szektorokból.

A magyar ETS-szektor vizsgálatát látva azt látjuk, hogy szereplőinek tranzakciói követik az elméleti racionalitást, ezért az ETS-egységek árának valószínűsíthetően tartós emelkedése ezekben az ágazatokban várhatóan emissziócsökkentő vállalati válaszokat fog kiváltani. Ez viszont nem biztos, hogy elég lesz Magyarország összkibocsátásának csökkentésére. Elemzésünk bebizonyítja, hogy míg az EU-ban a primer energia karbonintenzitásának, a primerenergia-átalakítás hatékonyságának és az energiaintenzitásnak a javulása stabilan képes ellensúlyozni a konjunktúrális emisszió növekedést, ugyanezek a tényezők Magyarországon ehhez nem elég erősek. Tartós, országos emissziócsökkentéshez egy, az ETS-szektoron kívüli emissziókra is vonatkozó konzisztens és átfogó magyar klímapolitikai szabályozásra lenne szükség.

**Felhasznált irodalom:**

- Ang, B. W., Zhang F. Q., & Choi K. H. (1998). Factorizing changes in energy and environmental indicators through decomposition. *Energy*, 23(6), 489–495. [https://doi.org/10.1016/s0360-5442\(98\)00016-4](https://doi.org/10.1016/s0360-5442(98)00016-4)
- Ang, B.W. & Liu F.L. (2001). A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation. *Energy*, 26(6), 537-548. [https://doi.org/10.1016/s0360-5442\(01\)00022-6](https://doi.org/10.1016/s0360-5442(01)00022-6)
- Branger, F. & Quirion, Ph. (2015). Reaping the carbon rent: Abatement and overallocation profits in the European cement industry, insights from an LMDI decomposition analysis. *Energy Economics*, 47, 189-205. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.11.008>
- Cansino J., Sánchez-Braza A., & Rodríguez-Arévalo M. L. (2015). Driving forces of Spain's CO2 emissions: A LMDI decomposition approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, 749–759. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.011>
- Cramton, P., Ockenfels, A., & Stoft, S. (2015). An International Carbon-Price Commitment Promotes Cooperation. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 4(2), 51-64. <https://doi.org/10.5547/2160-5890.4.2.aock>
- Csutora, M. & Harangozó, G. (2019). Széndioxid-elszámolás a hálózati gazdaságban. *Vezetéstudomány*, 50(9), 26-39. <https://doi.org/10.14267/VEZ-TUD.2019.09.04>
- Dong K., Hochman G., & Timilsina, G.R. (2018). *Are Driving Forces of CO2 Emissions Different across Countries? Insights from Identity and Econometric Analysis*. World Bank Group, Development Economics, Policy Research Working Paper No. 8477. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-8477>
- EC (2007). *European Commission - Emission trading: EU-wide cap for 2008-2012 set at 2.08 billion allowances*. [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-07-1614\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-07-1614_en.htm)
- EC (2016). *European Commission - The EU Emission Trading System*. [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/factsheet\\_ets\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/factsheet_ets_en.pdf)
- Ellerman, D. A. & Buchner, B. K. (2007). The European Union Emissions Trading Scheme: Origins, Allocation, and Early Results. *Review of Environmental Economics and Policy*, 1(1), 66–87. <https://doi.org/10.1093/reep/rem003>
- Ellerman, D. A., Marcantonini, C., & Zaklan, A. (2016). The European Union Emissions Trading System: Ten Years and Counting. *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 89–107. DOI: <https://doi.org/10.1093/reep/rev014>
- Gonzalez P. F., Landajo, M., & Presno M.J. (2014). Tracking European Union CO2 emissions through LMDI decomposition. The activity revaluation approach. *Energy*, 73, 741-750. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.078>
- ICF, ZEW, Eclareon (2016). *Decomposition analysis of the changes in GHG emissions in the EU and Member States*. Final report.
- Koch, N. & Basse Mama, H. (2019). Does the EU Emissions Trading System induce investment leakage? Evidence from German multinational firms. *Energy Economics*, 81, 479-492. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.018>
- Mardani A., Streimikiene D., Cavallaro F., Loganathan, N., & Khoshnoudi M. (2019). Carbon dioxide (CO2) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of the Total Environment*, 649, 31-49. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.229>
- Martin, R., Muuls, M., & Wagner, U. J. (2016). The Impact of the European Union Emissions Trading Scheme on Regulated Firms: What Is the Evidence after Ten Years? *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 129–148. <https://doi.org/10.1093/reep/rev016>
- Neuhoff, K., Schopp, A., Boyd, R., Stelmakh, K., & Vasa, A. (2012). *Banking of Surplus Emissions Allowances – Does the Volume Matter?* DIW Discussion Papers, Berlin. <http://www.diw.de/discussionpapers>
- Pezzey, J. C. V. (2003). Emission taxes and tradable permits. *Environmental and Resource Economics*, 26, 329-342. <https://doi.org/10.1023/a:1026393028473>
- Pizer, W. (1997). *Prices vs quantities revisited: the case of climate change*. RFF Discussion Paper 98-02, [www.rff.org](http://www.rff.org)
- Sebestyén Szép Tekla (2013). *Az energia gazdasági szerepének vizsgálata Kelet-Közép-Európában, 1990 és 2009 között* (PhD-értekezés). Miskolci Egyetem, Miskolc.
- Verbruggen, A., Laesb, E., & Woerdman, E. (2019). Anatomy of Emissions Trading Systems: What is the EU ETS? *Environmental Science and Policy*, 98, 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.05.001>
- Vetóné Mózner, Zs. (2013). A consumption-based approach to carbon emission accounting sectoral differences and environmental benefits. *Journal of Cleaner Production*, 42, 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.014>
- Wang Q., Zhao M., Li R., & Su M., (2018). Decomposition and decoupling analysis of carbon emissions from economic growth: A comparative study of China and the United States. *Journal of Cleaner Production*, 197, 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.285>
- Wiebe, K. & N. Yamano (2016). *Estimating CO2 Emissions Embodied in Final Demand and Trade Using the OECD ICIO 2015: Methodology and Results*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/05, Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5jlrcm216xkl-en>
- Xu, X.Y. & Ang, B.W. (2013). Index decomposition analysis applied to CO2 emission studies. *Ecological Economics*, 93, 313-329. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.06.007>

**Végjegyzetek:**

- i 2003/87/EC irányelv
- ii Az LMDI módszer két változata létezik, LMDI I és LMDI II, melyek az összetevők súlyozásában térnek el egymástól. Tanulmányunkban az LMDI I-es módszert alkalmaztuk, és az LMDI jelölés is végig erre utal.
- iii Az EU ETS karbonszivárgásra vonatkozó intézkedéseit és a Bizottság határozatát a jelentős mértékben kitett ágazatok vagy alágazatok listájáról bővebben lásd: [https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/leakage\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/leakage_en)
- iv A Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal szóbeli tájékoztatása alapján.
- v Az ÜHG-emisszió adattáblája az „emissziós számlák” [env\_ac\_ainah\_r2] A primer- és végsőenergia-fogyasztás adatainak forrása az energiamérleg [nrg\_bal\_c]. A bruttó hozzáadott érték a NACE 2 ágazati bontású ’nemzeti számlák’ táblából származik [nama\_10\_a64].
- vi Az elemzés az adatokat a következő táblázatban szereplő ágazati bontásban veszi figyelembe:

NACE 2 kód	Szektor
A	Mezőgazdaság, erdészet, halászat
B	Bányászat, kőfejtés
C10-C12	Étel, ital, dohány
C13-C15	Textil, ruházat
C16	Fatermékek
C17	Papírgyártás
C18	Nyomtatott termékek
C19	Kocsigyártás és olajfinomítás
C20	Vegyipar
C21	Gyógyszeripar
C22	Műanyag és gumitermékek
C23	Nem fém ásványi anyagok
C24	Fémalapanyag
C25	Fémfeldolgozási termékek
C26	Számítógép, elektronikai és optikai termékek
C27	Villamos berendezés
C28	Gép, gépi berendezés
C29 C30	Járműgyártás
C31 C32	Bútor és egyéb termékek
C33	Javítás, üzembe helyezés
D	Energiaellátás
E	Vízellátás, szennyvíz-, hulladékkezelés
F	Építőipar
H49-51	Közlekedés
G-U, H49-51 nélkül	Üzleti és közösségi szolgáltatások (kivéve közlekedés)