

## Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban

Dombi Mihály, Bauerné Gáthy Andrea, Karcagi-Kováts Andrea  
és Kuti István

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,  
Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar, Gazdaságelméleti  
Intézet, Közgazdaságtan és Környezetgazdaságtan Tanszék\*

### **KIVONAT**

A bioszféra és az emberi civilizáció jövője és minősége napjaink eseményeitől függ. A termelési tevékenység és az életmód – benne a fogyasztás – átalakításának szükségessége mára nyilvánvaló, mivel a mai társadalmi-gazdasági rendszer erőforrás-felélése és szennyezése meghaladja a Föld ökológiai kapacitásait. A hosszú távú tervezés szempontjából elengedhetetlen e folyamatok és ökológiai hatásuk vizsgálata. Az anyagáram-elemzés (Material Flow Account, MFA) alkalmas e társadalmi-gazdasági folyamatok integrált leírására, illetve lehetővé teszi különböző területek, társadalmi és gazdasági struktúrák összehasonlítását térben és időben. Tanulmányunk célja azon fő tényezők vizsgálata, amelyekről az anyagfelhasználás, tehát közvetlen vagy közvetett módon az ökológiai rendszer terhelése függ. Elemzésünk során 29 európai országot hasonlítottunk össze anyag-felhasználásukat tekintve, melynek 32 potenciális hatótényezővel való korrelációját elemeztük (pl. GDP/fő, K+F ráfordítások aránya, energiafelhasználás). Az anyagszükségletek csökkentésének kulcsterületei (fő hatótényezők) számításaink alapján az anyag-hatékony társadalmi-gazdasági rendszer, az energia-gazdálkodás és az életminőség javításával párhuzamosan a környezet-tudatosság fejlesztése. Szintén kutatási eredményeként alkottuk meg az ún. „anyagszükségleti országmodellt” (country model of material requirement, CMMR), amelyek alapján megállapítható az egyes tényezők terén bekövetkező változások valószínűsíthető hatása az anyagfelhasználásra.

---

\* Levelezés: Dombi Mihály e-mail: [dombi@agr.unideb.hu](mailto:dombi@agr.unideb.hu)

**Kulcsszavak:** fenntarthatóság, MFA, anyagszükségleti országmodell (CMMR)

## ABSTRACT

**Mihaly Dombi, Andrea Gathy Bauerne, Andrea Karcagi-Kovats, Istvan Kuti:**

### **Factors influencing material requirements in the European countries**

The future of the human civilization as well as the whole biosphere depends on quality of today's activity of mankind. The requirement of remodelling the production and consumption processes is obvious because the Earth's ecological capacity is exceeded by the resource utilisation and the pollution of the current economic system. Furthermore the distribution of goods produced in this unsustainable way is even not adequate. Information about these processes and their ecological impacts is needed by the long-run planning. *The Material Flow Account (MFA)* is able to describe economic and environmental processes in integrated way. Consideration of different territories and social as well as economic structures is possible. The aim of this study is to analyse the main factors on which the material requirement so thus indirectly the most of environmental pressure are depending. The scope of the analysis is consideration of 29 European countries regarding the material consumption. The correlation between 32 potential influential factors (e.g. GDP per capita, R + D expenditures, energy consumption) and the material requirement was estimated. The key aspects of development towards sustainability and the low material requirement are the material efficiency of the socioeconomic structure, the correct energy use and the environmental friendly societal development. *The country models of material requirement (CMMRs)* were also resulted. These CMMRs imply the direction of changes in material consumption.

**Keywords:** sustainability, material flow account - MFA, country model of material requirement - CMMR

## BEVEZETÉS

Az emberiség számára a 21. század legfontosabb problémája a véges természeti környezetben zajló civilizációs fejlődés fenntarthatósága, legsürgetőbb feladata a globális ökológiai válság elhárítása. Számos jel utal ugyanis arra, hogy a technológiai civilizáció által gerjesztett anyagi, azaz fizikai értelemben vett folyamatok méretei elérték a természeti folyamatok nagyságrendjét és helyenként a mesterséges eredetű anyagkészletek terjedelme is a természet méreteivel vetekszik, s ez együtt

---

*Dombi Mihály, Bauerné Gáthy Andrea, Karcagi-Kováts Andrea és Kuti István*

veszélyezteteti a természet életfenntartó rendszereinek működését. E veszedelmes jelenségek megváltoztatására csak akkor van esélyünk, ha minél jobban megértjük az együtt létező (egyések szerint 'koevolváló', együtt fejlődő) természeti rendszer és a technoszféra működési mechanizmusainak sajátosságait, törvényszerűségeit. Ezekre alapozva akkor juthatunk közelebb a fenntarthatósághoz, ha lényeges változtatásokat hajtunk végre a társadalomban és a gazdaságban, ha sikerül elérnünk az alapvető értékrend jelentős módosulását. A társadalmi szokásokat, az életmódot, a fogyasztási mintákat egyaránt újaknak kell felváltanunk, csakúgy, mint a tágra értelmezett termelés mechanizmusait, intézményeit.

Az elmúlt 20 évben a gazdasági és társadalmi folyamatok fizikai dimenziójának, jelesül az anyagfelhasználás szocioökonómiai vonatkozásainak vizsgálata a fenntartható fejlődés kutatásának nemzetközi jelentőségű területévé vált. Az emberiség ökoszisztémára gyakorolt negatív hatásainak többsége valamilyen anyagfelhasználáshoz köthető, annak közvetlen vagy közvetett következménye. Az energiaellátás és a műanyagok előállítása a fosszilis energiahordozókon alapul, az épületek és utak építéséhez betonra és agyagra stb. van szükség, a különböző szennyezőanyagok szintén anyagáramokhoz kapcsolódnak (pl. CO<sub>2</sub>, peszticidek, nehézfémek). Következésképpen az anyagfelhasználás csökkentése (*dematerializáció*) és a gazdasági tevékenység attól való elválasztása (*decoupling*) szükséges a káros környezeti hatások többségének csökkentése érdekében.

A legjobb lehetőség ezen anyagáramok nyomon követésére és mérésére az anyagáram-elemzés (Material Flow Account/Analysis – MFA). Az MFA olyan módszertani keret, amely különböző területek anyagfelhasználásának elemzésére alkalmazható. Az MFA rendszer a különböző típusú és anyagbázisú áramlásokat természetes mértékegységben veszi számításba, lehetővé téve a különböző egységek (települések, régiók, országok) összehasonlítását és idősoros elemzések készítését. Az MFA olyan, tonnában kifejezett, aggregált mutatók által nyújt információt az adott egység működéséről és környezeti hatásairól, amelyek számba veszik az anyaginputokat, a természetbe történő kibocsátásokat, illetve a külkereskedelem fizikai dimenzióit. Az elszámolásban többek között szerepelnek a felhasznált természeti erőforrások, a társadalomban és a gazdaságban felhasznált termékek, a kimenő oldalon pedig a természetbe visszajuttatott, tág értelemben vett hulladékok, azaz a rendszer összes környezeti emissziója. A számbavétel legfontosabb előnye, hogy együtt képes leírni a természeti és az ember által generált anyagáramokat (amire a pénzbeli mérés nem alkalmas). Az MFA elszámolások alapján különböző MFA indikátorokat alakítottak ki (Eurostat, 2001).

---

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

Az adott technoszféra-elem anyag- és energiaáramokkal kapcsolódik az őt befogadó természeti környezethez, e kapcsolat leírására alakult ki az ipari- illetve társadalmi metabolizmus (Ayres, R.U., 1996; Haber, H. et al., 2004; Bezegh A., 2006) elmélete.

A számos különböző MFA indikátor egységes rendszert képez (1. táblázat). A közvetlen anyagbevétel (*DMI*) segítségével a gazdaság felé irányuló közvetlen anyagáramlásokat mérhetjük, ezek olyan alapanyagok, amelyek a gazdaság számára értéket jelentenek és a termelési-fogyasztási folyamatokban kerülnek hasznosításra; a *DMI* a hazai kitermelés (*DE*) és az import összegével egyenlő. A vizsgálatunk középpontjában álló hazai anyagfelhasználás (*DMC*) a *DMI* és az export különbsége. Az összes anyagszükséglet (*TMR*) a *DMI* és *DMC* mutatókkal ellentétben nem csak a közvetlen anyaginputokat veszi figyelembe, hanem a különböző közvetett és rejtett áramlásokat is (pl. meddő a bányászati tevékenység során).

1. táblázat. Az MFA indikátorai

Bevitel	Kimenő oldal	Fogyasztás
<b>DE</b> (hazai kitermelés – domestic extraction)	<b>DPO</b> (hazai kibocsátás a természetbe – domestic processed output to nature)	<b>DMC</b> (hazai anyagfelhasználás – domestic material consumption) = DMI – kivitel
<b>DMI</b> (közvetlen anyagbevitel – direct material input) = DE + behozatal	<b>TDO</b> (összes hazai kibocsátás – total domestic output) = DPO + fel nem használt hazai kitermelésből származó output	<b>TMC</b> (összes anyagfelhasználás – total material consumption) = TMR + behozatal – kivitel ± kivitelhez kapcsolódó közvetett áramlások mérlege
<b>TMI</b> (összes anyagbevitel – total material input) = DMI + fel nem használt hazai kitermelés	<b>DMO</b> (közvetlen anyagkibocsátás – domestic material output) = DPO + kivitel	<b>PTB</b> (fizikai kereskedelmi mérleg – physical trade balance) = behozatal – kivitel
<b>TMR</b> (összes anyagszükséglet – total material requirement) = TMI + behozatalhoz kapcsolódó közvetett áramlások	<b>TMO</b> (összes anyagkibocsátás – total material output) = TDO + kivitel	<b>NAS</b> (nettó állománygyarapodás – net addition to stock) = DMC – DPO

Forrás: Szabó E. – Pomázi I., 2006; Karcagi-Kováts A., 2009

A különböző anyagcsoportok szerinti elemzés (biomassza, ércék, nem-fémes ásványok és fosszilis energiahordozók) lehetővé teszi az anyagigények mélyebb, szerkezeti megismerését és kijelöli az anyagáramok és a környezetterhelés lehetséges csökkentésének kulcsfontosságú területeit (Drahos E. et al., 2007).

Az MFA kutatások irányai eddig főként az alapvető módszertani fejlesztésre és a különböző empirikus vizsgálatokra (idősorok és egyes indikátorok elemzése) irányultak, az összefüggések feltárása kevesebb figyelmet kapott. Jelen tanulmányunkban egyes hatótényezők közötti kapcsolatot, és azok anyagszükségletre gyakorolt hatását elemezzük. E törekvésünk nem előzménynélküli.

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

Krausmann és mtsai (Krausmann, F. et al., 2004) például a „földi ökoszisztéma gyarmatosításának” vonásait vizsgálták Ausztriában az anyag- és energiafogyasztás, a földhasználat és a gazdasági körülmények közötti kölcsönhatások elemzésével 1950–2000 közötti időszakra vonatkozóan. Az interakció bemutatása érdekében környezeti Kuznets-görbékét (EKCs) alkalmaztak.

Bringezu és mtsai (Bringezu, S. et al., 2004) a GDP és az anyag-felhasználás közötti kapcsolatot elemezték lineáris regressziós modell segítségével. Az anyagigény különböző komponenseinek összefüggéseit is vizsgálták a szerzők különböző lehetséges EKC típusok segítségével. Weisz és mtsai (Weisz, H. et al., 2006) a különböző anyagcsoportok felhasználását meghatározó tényezőket értékelték. Steinberger és mtsai (Steinberger, J.K. et al., 2010) több hatótényezőt is elemeztek, többek között lakosságszámot, GDP-t, termőterületet, klímaviszonyokat és jövedelmet. Vizsgálatukhoz szintén lineáris regresszió modellt alkalmaztak; a tanulmány erőssége a multifaktorális megközelítés az anyagfelhasználás tekintetében.

Tanulmányunk célja az egyes európai országok anyag-felhasználási struktúrája és a környezeti, társadalmi és gazdasági jellemzők közötti összefüggés elemzése. Számos lehetséges tényezőt gyűjtöttünk össze az országok éves anyagfelhasználásának különbségei lehetséges okaként. A potenciális tényezők és az anyagigény közötti korrelációt vizsgáltuk, majd a bizonyítottan korreláló hatótényezőket figyelembe véve regresszió-analízist végeztünk a teljes hatás számítására. Végezetül az eredményeket multikollinearitás tekintetében vizsgáltuk.

A feltárt összefüggések alapján ún. **anyagszükségleti országmodell** (*Country Model of Material Requirement, CMMR*) alakítottunk ki, amelyben az adott anyag-felhasználási szintet jellemző közös természeti, társadalmi és gazdasági vonásokat gyűjtöttük egybe. Ezek közül némelyek természeti, kulturális vagy történeti jellemzői egyes országoknak, területeknek; míg mások az anyagfelhasználás és az ehhez kapcsolódó környezetterhelést csökkentését célzó politika fő cselekvési területei lehetnek. Az egyes vizsgált tényezőkben bekövetkező változások anyagigényre gyakorolt hatásának egyszerű és gyors követése szempontjából tartottuk fontosnak a CMMR-ek megalkotását.

## MÓDSZER

Az anyag-felhasználás az elmúlt évtizedben stagnált illetve kismértékben csökkent az EU-15-ben, viszont jelentősen nőtt az EU-12 tagállamokban (2. táblázat). Feltételeztük, hogy az anyagigény intenzitása számos jellemzőtől függ – ezek az anyagszükséglet hatótényezői. Ennek bizonyítása érdekében első lépésként definiálnunk kellett a potenciális hatótényezők (változók) körét. A vizsgált hatótényezők terén lehetőségeinknek határt szabott az adatok elérhetősége.

---

*Dombi Mihály, Bauerné Gáthy Andrea, Karcagi-Kováts Andrea és Kuti István*

2. táblázat. DMC/fő a vizsgált országokban, tonna

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BE	18,81	19,41	18,47	17,86	18,16	18,44	18,64	18,49
BG	12,73	13,23	13,88	14,36	16,02	16,27	17,82	18,68
CZ	18,05	18,00	16,98	17,47	18,45	18,37	18,87	19,06
DK	25,05	24,43	23,50	23,90	25,27	161,01	29,09	28,41
DE	17,63	16,73	16,35	16,05	16,23	15,79	16,18	16,11
EE	14,46	14,19	16,22	22,21	21,53	21,10	23,56	28,41
IE	43,12	45,58	44,69	46,48	47,19	49,21	52,00	53,46
GR	14,18	15,12	15,65	17,00	16,85	16,70	16,56	16,56
ES	16,58	17,37	18,74	19,53	19,63	19,77	20,59	19,72
FR	14,09	13,81	13,81	12,87	14,05	13,52	13,73	14,20
IT	16,59	15,64	14,63	13,12	14,04	14,29	14,27	13,64
CY	22,11	22,50	24,60	22,47	25,10	25,20	23,96	25,36
LV	13,27	14,04	15,08	15,26	16,79	18,69	19,88	21,33
LI	7,42	7,02	8,45	11,65	11,45	11,97	12,11	14,37
LU	17,45	16,66	17,50	17,12	15,76	16,45	18,95	14,09
HU	11,59	12,14	11,92	12,38	14,10	16,41	13,72	10,91
MT	3,48	3,16	3,45	3,71	4,45	4,42	5,00	5,28
NL	12,29	12,52	11,43	11,05	11,35	11,31	11,04	11,29
AT	18,48	18,11	19,08	19,36	20,81	21,10	21,36	20,92
PL	14,28	13,70	13,09	13,52	14,48	14,67	15,04	16,90
PT	18,27	19,33	18,31	16,42	17,77	17,63	20,12	20,49
RO	10,34	12,26	12,14	13,22	14,11	15,46	16,68	19,82
SI	22,88	21,77	22,56	23,42	24,96	24,02	27,92	31,07
SK	10,58	10,64	10,82	10,71	11,92	13,16	12,49	12,43
FI	33,25	33,70	33,71	35,24	34,90	35,38	37,62	38,94
SE	17,08	16,76	17,19	17,32	17,74	19,99	18,01	19,97
GB	12,74	12,92	12,51	12,45	12,83	12,39	12,29	12,23
NO	36,65	35,54	34,62	35,37	37,83	36,42	35,77	37,39
CH	11,80	12,08	11,81	11,31	11,80	12,10	12,26	11,93

Forrás: Eurostat, 2011,  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdpc230&plugin=1>

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

A változókat a fenntarthatóság három dimenziója mentén soroltuk csoportokba. Majd a dimenziókon belül aszerint osztottuk meg a hatótényezőket, hogy egy ország szempontjából befolyásolható tényezőről (*fejleszthető terület*) vagy külsőleg-belsőleg, középtávon meghatározott jellemzőről (*adottság*) van-e szó (3. táblázat).

3. táblázat. Potenciális hatótényezők

Hatótényező	dimenzió
<b>Környezet</b>	
<b>Adottság</b>	
Évi átlagos középhőmérséklet	C°
Évi átlagos csapadékmennyiség	mm
Common Bird Index	%*
<b>Fejleszthető terület</b>	
Termőföld aránya	%
Állatlétszám	LSU**
Védett területek aránya	%
Megújuló energiaforrások aránya az energiatermelésben	%
Környezetmenedzsment rendszerrel rendelkező szervezetek száma	db
CO <sub>2</sub> emisszió	t/fő
Hulladék-képződés	kg/fő
<b>Társadalom</b>	
<b>Adottság</b>	
Népsűrűség	fő/km <sup>2</sup>
Átlagos háztartásméret	fő
Időskorúak aránya, 65+	%
<b>Fejleszthető terület</b>	
Urbanizáció	%
Internet hozzáféréssel rendelkezők aránya	%
Nyelvtudás – legalább egy idegen nyelv ismerete	%
HDI***	
Felsőoktatási hallgatók aránya a népességben	%
GINI index****	%
<b>Gazdaság</b>	

Dombi Mihály, Bauerné Gáthy Andrea, Karcagi-Kováts Andrea és Kuti István



**Adottság**

Beépített területek aránya	%
----------------------------	---

**Fejleszthető terület**

A primer szektor GDP-részesedése	%
A terciér szektor GDP-részesedése	%
GDP/fő	EUR/fő
Motorizációs ráta	szgk./1000 fő
Áruszállítás	tkm
Átlagos kiskereskedelmi eladótér	m <sup>2</sup>
Kereskedelem	EUR/fő
K+F GDP-aránya	%
Fogyasztás	EUR/fő
Beruházások	EUR/fő
Primer energiafelhasználás	toe/fő
Munkanélküliségi ráta	%

\* biodiverzitás indikátor, Eurostat

\*\* Livestock Unit, állategység (Eurostat)

\*\*\* HDI: Human Development Index (emberi fejlettségi index); mutatószám, amely a világ országainak összehasonlítását teszi lehetővé a várható élettartam, az írástudás, az oktatás és az életszínvonal alapján

\*\*\*\* GINI index: A lakosság jövedelmi egyenlőtlenségének mérésére szolgáló mutatószám

A fenti hatótényezők főleg intenzív mutatókkal jellemezhetők és alkalmasak az adott ország környezeti, társadalmi és gazdasági körülményeinek leírására. Ezek közül próbáltuk megtalálni azokat a faktorokat, amelyek az országok közti különbségeket okozzák az anyagigény tekintetében. Vizsgálatunk függő változója, amelyhez a hatótényezőket korreláltattuk, a DMC illetve az anyagcsoportonkénti DMC mutatói voltak.

Az anyagfelhasználással való összefüggést nem mutató faktorokat korrelációs mátrix segítségével zártuk ki. A fennmaradó hatótényezők együttes hatását a DMC varianciájára lineáris regresszió alapján kalkuláltuk az 'Enter' módszert alkalmazásával. A lineáris regresszió mátrix-egyenlete a következő (Hunyadi, L. et al., 2000):

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

$$Y = X\beta_m + \varepsilon \quad (1)$$

ahol:  $Y$  = függő változó

$m$  = magyarázó változók száma

$X$  = magyarázó változók mátrixa [ $n \times (m + 1)$ ]

$\beta$  = becsülni paraméterek [ $(m + 1) \times 1$ ] oszlopvektora

$\varepsilon$  = hibatag [ $n \times 1$ ] oszlopvektora.

A regressziószámításba azon tényezőket vontuk be, amelyek 95%-os szignifikanciaszinten legalább alacsony-közepes korrelációt ( $r = 0,25$ ) mutattak. A 90%-os szignifikanciaszinten korrelációt mutató változókat a regressziószámítás keretében egyenként építettük a modellbe, és elhanyagolható hatás esetén ( $\Delta R^2 < 0,001$ ) elvetettük őket. Végezetül megkaptuk a számítás eredményeit: a korrelációs koefficienszt és a  $\beta$  ('beta') értéket. Az  $R^2$  a változók közös hatását fejezi ki az „eredményben”, tehát az anyagfelhasználás mértékében, míg a  $\beta$  az egyes hatótényezők eredményre gyakorolt hatására utal. Minél nagyobb a *béta* értéke, annál nagyobb az adott tényező hatása.

Lineáris regressziós modellt építettünk a fajlagos DMC és az anyagcsoportonként megfigyelhető fajlagos DMC értékeire egyaránt (DMC/fő) – az ércek kivételével, mivel itt túl alacsony volt a hatótényezőkkel fennálló korreláció. A hatótényezők függetlenségének, az egymásra való hatás vizsgálatához a multikollinearitást (M) elemeztük. Varianciát Infláló Faktort (VIF) és toleranciát (T) számítottunk ennek érdekében (Szűcs, I., 2004):

$$VIF_i = 1 / (1 - r_{xixj}^2) \quad (2)$$

$$T_i = 1 / VIF_i = 1 - r_{xixj}^2 \quad (3)$$

Az extrém magas VIF értékkel jellemezhető hatótényezőket kivontuk a modelltől, mivel ezek a főhatás torzulásához vezettek volna, látszólag növelnék a hatótényezők közös hatását, de valójában ez csak a többi hatótényezővel való összefüggésből adódna. Tehát a számítások során csak a  $VIF \sim 5$  vagy alacsonyabb multikollinearitást mutató tényezőket vettük figyelembe. A számítások során és az eredmények megjelenítéséhez SPSS 13.0 programcsomagot használtunk.

## ADATBÁZISOK

A legfontosabb inputadatok az anyagfelhasználásra vonatkoznak. Az MFA módszertan legfontosabb indikátora a TMR, mivel ez tartalmaz minden anyagáramot: a közvetlen, a közvetett anyagáramokat hazai és külföldi dimenzióban egyaránt. Viszont ezen indikátor alkalmazása igen bonyolult a hiányos statisztikai adatgyűjtés miatt, ami különösen a rejtett anyagáramokat érinti. Éppen ezért a DMC mutatót használtuk, ami lefedi a teljes hazai anyag-szükségletet.

Célunk több ország időbeli anyagigény-változásainak vizsgálata volt, a lehetőségekhez mérten legátfogóbb mértékben. A DMC adatokat az Eurostat rendszeresen feldolgozza és publikálja, így a fő adatbázisunk a 2000-2007 közötti DMC/fő, illetve az anyagcsoportonkénti DMC/fő adatokból állt össze (3. táblázat). A vizsgált országok főleg az Európai Unió tagállamai, valamint Svájc és Norvégia. A függő változó a számítások során az egyes országok időátlagos DMC/fő értéke. A különböző hatótényezőkre vonatkozó adatok részben szintén az Eurostat adatbázisára alapulnak, kivéve a 'felsőoktatási hallgatók aránya' (KSH<sup>1</sup>), és a 'védett területek aránya' (EEA) mutatókat.

## EREDMÉNYEK

Először a korrelációs mátrix kiszámítására került sor, hiszen ez képezi a regressziós modellbe épített hatótényezők „szűrőjét”. Spearman féle korrelációt számoltunk az adatok nem normál eloszlása miatt. A 4. táblázatban ismertetett korrelációs mátrix alapján megállapítható, hogy a 32 potenciális hatótényező közül 12 nem mutat semmilyen korrelációt sem a függő változókkal, sem a fajlagos DMC-vel, sem pedig valamelyik anyagfajta szerinti fajlagos DMC-vel.

---

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

4. táblázat. A potenciális hatótényezők korrelációs mátrixa

	Átlagos DMC/fő	Átlagos DMC/fő, biomassza	Átlagos DMC/fő, ércek	Átlagos DMC/fő, nemfemes ásványok	Átlagos DMC/fő, fosszilis energia- hordozók
<b>Környezet</b>					
<b>Adottság</b>					
Évi átlagos középhőmérséklet	-0,348*	-0,390**	0,032	-0,176	-0,214
Évi átlagos csapadékmennyiség	0,084	0,124	-0,008	0,185	0,121
<b>Common Bird Index</b>	-0,053	-0,084	-0,036	-0,050	-0,479**
<b>Fejleszhető terület</b>					
Termőföld aránya	-0,054	0,072	-0,063	0,042	-0,255
Állatlétszám	-0,084	0,064	0,098	-0,009	0,217
Védett területek aránya	0,014	-0,125	0,071	-0,175	0,220
<b>Megújuló energiaforrások aránya az energiatermelésben</b>	0,405**	0,398**	-0,089	0,339*	0,102
<b>Környezetmenedzsment rendszerrel rendelkező szervezetek száma</b>					
CO2 emisszió	0,574***	0,144	0,505***	0,413**	0,615***
Hulladék-képződés	0,176	0,032	0,135	0,340*	-0,151
<b>Társadalom</b>					
<b>Adottság</b>					
Népsűrűség	-0,469**	-0,401**	-0,197	-0,333*	-0,103
Átlagos háztartásméret	-0,267	-0,330*	0,049	-0,197	-0,353*
Időskorúak aránya, 65+	0,061	-0,126	-0,090	-0,004	0,081
<b>Fejleszhető terület</b>					
Urbanizáció	-0,122	-0,209	-0,049	-0,047	0,005
Internet hozzáféréssel rendelkezők aránya	0,323*	0,391**	0,056	0,328*	0,146

Dombi Mihály, Bauerné Gáthy Andrea, Karcagi-Kováts Andrea és Kuti István

	Átlagos DMC/fő	Átlagos DMC/fő, biomassza	Átlagos DMC/fő, ércek	Átlagos DMC/fő, nemfémes ásványok	Átlagos DMC/fő, fosszilis energia- hordozók
Nyelvtudás – legalább egy idegen nyelv ismerete	-0,135	-0,187	-0,100	-0,104	-0,147
<b>HDI</b>	0,352*	0,327*	0,295	0,354*	0,267
Felsőoktatási hallgatók aránya a népességben	0,510***	0,513***	0,173	0,326*	0,333*
GINI index	-0,245	-0,204	-0,137	-0,253	-0,175
<b>Gazdaság</b>					
<b>Adottság</b>					
Beépített területek aránya	-0,167	-0,213	0,058	0,052	-0,036
<b>Fejleszthető terület</b>					
A primer szektor GDP-részesedése	-0,215	-0,241	-0,085	-0,331*	0,020
A tercier szektor GDP-részesedése	-0,160	-0,020	-0,198	-0,134	-0,309
<b>GDP/fő</b>	0,367**	0,347*	0,244	0,459**	0,091
Motorizációs ráta	0,161	0,041	0,035	0,333*	-0,236
Áruszállítás	-0,272	-0,106	0,074	-0,140	0,126
Átlagos kiskereskedelmi eladótér	-0,088	-0,529**	-0,071	0,032	0,090
Kereskedelem	0,318*	0,292	0,195	0,350*	0,149
K+F GDP-aránya	0,338*	0,395**	0,119	0,399**	0,263
Fogyasztás	0,250	0,262	0,163	0,353*	0,074
Beruházások	0,237	0,219	0,144	0,349*	0,059
Primer energiafelhasználás	0,398**	0,255	0,335*	0,382**	0,335*
Munkanélküliségi ráta	-0,276	-0,182	-0,102	-0,358*	-0,052

\* Szignifikanciaszint 90%

\*\* Szignifikanciaszint 95%

\*\*\* Szignifikanciaszint 99%

*Dőlt* betűvel regresszióanalízisben vizsgált változókat, **félkövérrel** a fő hatótényezőket emeltük ki.

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

A legerősebb korreláció a CO<sub>2</sub> kibocsátás, a felsőoktatási hallgatók aránya, a megújuló energiaforrások aránya az energiatermelésben, a népsűrűség és a GDP/fő esetén figyelhető meg.

A középhőmérséklet érdekes korrelációt mutat: minél alacsonyabb az évi átlagos középhőmérséklet, annál magasabb a biomassa-alapú anyag-felhasználás. Háromszor-négyszer magasabb biomassa-felhasználás jellemző a skandináv és a balti országokra. Ez valószínűleg az erdőgazdálkodás és a halászat nagyobb jelentőségével magyarázható. Mivel az európai országok jelentős részében a megújuló energiaforrások arányának növekedése a bioenergetikára támaszkodik, a kettő közötti erős korreláció nyilvánvaló.

A CO<sub>2</sub> kibocsátás mind a teljes DMC-vel, mind az egyes anyagkomponensekkel erősen korrelál. A GDP alacsony szintű összefüggése az anyag-felhasználással már érdekesebb jelenség. Meg kell jegyeznünk, hogy bár a GDP és a szén-dioxid kibocsátás egymással közepesen korrelálnak ( $r = 0,47$ ), a CO<sub>2</sub>-emisszió erősebb kapcsolatot mutat az anyag-felhasználással, illetve a bruttó hazai termékkel, mivel annak a kevésbé anyagigényes szolgáltatások is részét képezik.

A Common Bird Index a biodiverzitás általános indikátora, amelynek csökkenése meglepő módon csupán a fosszilis energiahordozók felhasználásával hozható összefüggésbe. A biodiverzitás csökkenésére, természetesen, az anyagfelhasználáson kívül még számos más tényező is hat, amelyek nem vonhatók vizsgálatunkba, pl. a földhasználat minősége, a vízminőség stb.

A hulladék-képződés esetén csupán a nemfemes ásványok felhasználásával figyelhető meg összefüggés. A népsűrűség és az anyag-szükséglet közötti kapcsolat negatív, az urbanizációval (városi lakosság aránya) azonban nem mutatható ki szignifikáns kapcsolat.

Első látásra meglepőnek tűnik, hogy az internet-hozzáférés aránya szintén összefüggésbe hozható az anyagigénnyel. Ez a hatás inkább egy másik, nem teljesen független hatótényezővel való összefüggésnek tulajdonítható: a fajlagos GDP és az internetkapcsolat korrelációja erős ( $r = 0,845$ ). A magasabb internet-hozzáférés magasabb szintje esetén magasabb környezettudatosságot feltételeztünk, de ezt az eredmények nem igazolják. Feltehetőleg az internethasználat „hasznos” voltának feltételezése illúzió csupán.

Az átlagos háztartásméret a biomassa DMC-vel és a fosszilis energiahordozók DMC-vel korrelál. A negatív kapcsolat feltehetőleg a fűtés magasabb hatékonyságának köszönhető (többet laknak egy légtérben). Az életminőség mérésére szolgáló aggregált index, a HDI, kapcsolata az anyag-felhasználással szintén a GDP-re vezethető vissza, hiszen a

HDI egyik eleme az egy főre jutó GDP. A HDI és a GDP korrelációja igen magas:  $r = 0,878$ . Hasonló a kapcsolat a K+F ráfordítások és az energiafelhasználás esetén. A GDP tehát egyértelműen kijelöli az anyagfelhasználás mértékét a magasabb jövedelemszint és életszínvonal miatt.

A kiskereskedelmi eladótér hatótényező esetében pozitív DMC-korrelációt feltételeztünk, amelyet az impulzív vásárlások nagyobb számára alapoztunk. Az eredmények azonban csupán a biomassa anyag-felhasználással fennálló kapcsolatot mutatták ki: az alacsonyabb átlagos eladótérrel jellemezhető országok biomassa-felhasználása magasabb. Véleményünk szerint a kapcsolat kulturális eredetű. Azokban az országokban, ahol alacsonyabb eladótér a jellemző (Dánia, balti államok, Norvégia, Svájc és Ausztria) a hazai előállítású, tradicionális élelmiszerek fogyasztása nagy valószínűséggel jelentősebb, ami emeli a biomassa DMC értékét.

A beruházások kizárólag a nemfemes ásványok felhasználásával állnak összefüggésben, ennek oka az, hogy ide tartozik az építőanyagok többsége, amelyek ráadásul igen nagy tömeget jelentenek (beton, kő, aszfalt-alapanyagok).

Némely esetben a korreláció hiánya is érdekes lehet, például a terciér szektor GDP-arányának esetén. Feltételeztük, hogy alacsonyabb lesz az anyagigény a kevésbé anyag-intenzív gazdaságokban. Szintén meglepő a fosszilis DMC-vel fennálló kapcsolat hiánya a motorizáció és az áruszállítás viszonyaiban.

Az 1. ábrán a korrelációk ábrázolására láthatunk példákat. Az 1a) ábrán a GDP és a DMC közötti kapcsolatot figyelhetjük meg. A vizsgált országok többsége három, viszonylag jól elkülöníthető csoportra osztható: az 1. csoportban az új tagállamok (EU-12) többsége található, a 2. csoportban tömörülnek azok a korábbi tagállamok, amelyek gazdasági helyzete rosszabb (pl. Portugália, Spanyolország, Görögország) és a 3. csoportban található a „leggazdagabb” európai országok (Svájc, Norvégia, UK, Németország, Dánia, Belgium, Finnország).

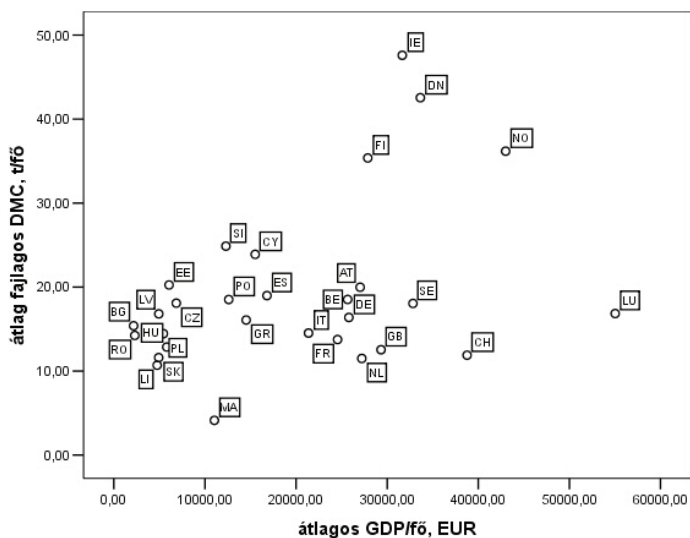
Az 1b) ábrán a biomassa DMC és a megújuló energiaforrások arányának összefüggéseit láthatjuk, ami erős pozitív összefüggést mutat. A legnagyobb a megújuló energia aránya a skandináv országokban, Ausztriában és Lettországon. Utóbbi esetben ez a magas megújuló energiaforrás-arány a biomassa jelentős felhasználására alapul.

Az 1c) ábrán az országok két csoportját jelöltük meg: a főleg újonnan csatlakozó tagállamokból álló 4. csoportot. Ezekben az országokban ugyanakkor nemfemes ásványianyag-felhasználás figyelhető meg, mint a sokkal jobb gazdasági helyzetben lévő államokban (5.), de ehhez sokkal alacsonyabb beruházási értékek párosulnak. Ez egyrészt azt je-

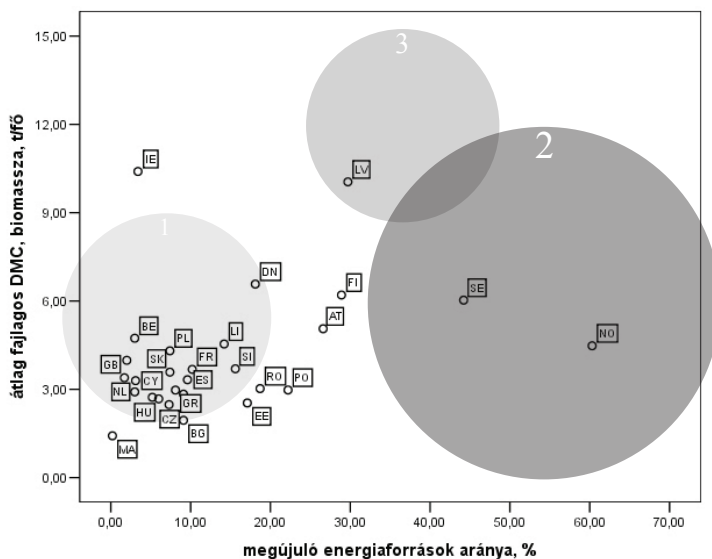
---

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

lenti, hogy ezek az országok kevésbé anyaghatékonyak a beruházások terén, másrészt viszont ezekben az országokban az infrastrukturális fejlesztések zömét az elmúlt évtizedben hajtották végre (pl. autópálya-építések), ami fokozta az építőanyag-igényt.



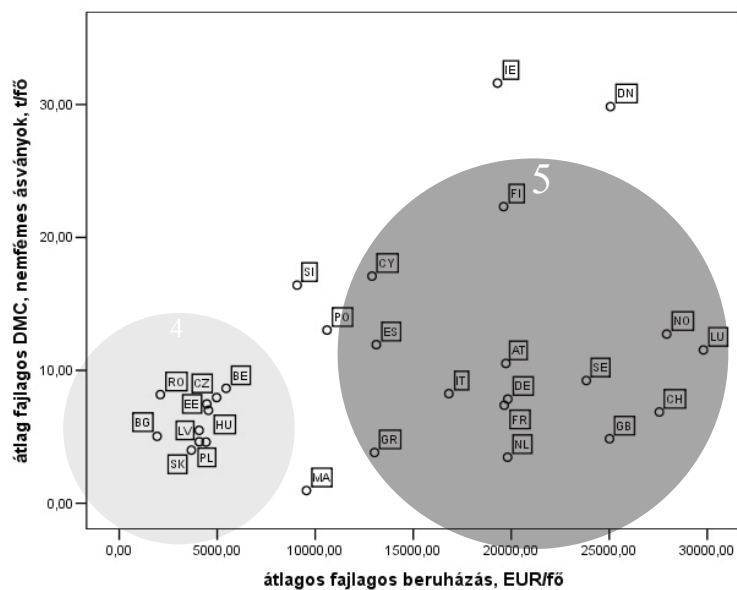
1a) ábra



1b) ábra

Dombi Mihály, Bauerné Gáthy Andrea, Karcagi-Kováts Andrea és Kuti István





1c) ábra

1. ábra. Példák a korrelációkra

A következőkben elvégeztük a regresszió-analízist, amelynek eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. Az igen magas multikollinearitás miatt kevés korrelációt tudtunk figyelembe venni (l. a Módszer fejezetet).

5. táblázat. A regresszió-analízis eredményei

<b>a) DMC/fő</b>					
<b>R<sup>2</sup> = 0,901</b>	<b>β</b>	<b>t</b>	<b>Szigni- fikancia szint</b>	<b>Multi- kollinearitás tolerancia</b>	<b>VIF</b>
Common Bird Index	0,459	2,660	0,024	0,334	2,990
Népsűrűség	-0,159	-0,801	0,442	0,254	3,939
GDP/fő	0,719	0,719	0,001	0,405	2,467
Átlagos kiskereskedelmi eladótér	-0,045	-0,045	0,774	0,419	2,384

<b>b) biomassa DMC/fő,</b>					
<b>R<sup>2</sup> = 0,815</b>	<b>β</b>	<b>t</b>	<b>Szigni- fikancia szint</b>	<b>Multi kollinearitás tolerancia</b>	<b>VIF</b>
Átlagos kiskereskedelmi eladótér	-0,082	-0,453	0,658	0,436	2,295
Népsűrűség	0,297	1,196	0,253	0,231	4,337
Megújuló energiaforrások aránya az energiatermelés- ben	0,569	3,790	0,002	0,632	1,581
Évi átlagos középhőmér- séklet	-0,234	0,953	0,358	0,236	4,236

<b>c) nemfémes ásványok DMC/fő</b>					
<b>R<sup>2</sup> = 0,740</b>	<b>β</b>	<b>t</b>	<b>Szigni- fikancia szint</b>	<b>Multi kollinearitás tolerancia</b>	<b>VIF</b>
Népsűrűség	-0,239	-1,759	0,092	0,610	1,640
Kereskedelem	0,149	0,786	0,440	0,316	3,161
HDI	0,624	2,535	0,019	0,187	5,355
K+F aránya a GDP-ben	0,249	1,071	0,295	0,208	4,798

<b>d) fosszilis energiahordozók DMC/fő</b>					
<b>R<sup>2</sup> = 0,718</b>	<b>β</b>	<b>t</b>	<b>Szigni- fikancia szint</b>	<b>Multi kollinearitás tolerancia</b>	<b>VIF</b>
Primer energiafelhasználás	0,815	3,390	0,003	0,244	4,100
Common Bird Index	0,038	0,151	0,882	0,244	4,100

Dombi Mihály, Bauerné Gáthy Andrea, Karcagi-Kováts Andrea és Kuti István

A teljes DMC/fő (5a) esetében a valódi hatótényezők a következők: népsűrűség; GDP/fő; kiskereskedelmi eladótér. A biodiverzitást jelző Common Bird Index inkább országspecifikus adottságnak tekinthető. A béta értékek az adott változó, hatótényező jelentőségére utalnak, a teljes DMC esetén a GDP  $\beta$  értéke a legmagasabb, tehát ez a teljes fajlagos anyagfogyasztás legerősebb hatótényezője.

A népsűrűség az anyagigény általános hatótényezőjének bizonyult: béta értéke – tehát a DMC-t befolyásoló hatása – három esetben is igen magas: a teljes, a biomassza és a nemfemes anyagfelhasználás esetén (0,158; 0,297; 0,239), amely eredmények azonban sajnos nem szignifikánsak. Egyedül a fosszilis energiahordozókra nincs hatással, az leginkább – egyértelmű módon – az energiafelhasználás mértékétől függ (5d).

Az eladótér nagysága szerepet játszik a teljes DMC és a biomassza DMC alakulásában egyaránt (5a, ab), de a befolyása igen alacsony és nem szignifikáns. A biomassza-felhasználás leginkább a hazai kitermelést tartalmazza, hiszen annak szerepe a nemzetközi kereskedelemben a legtöbb országban alacsony. A biomasszára irányuló anyagigényt a népsűrűségen kívül jelentősen befolyásolja a megújuló energiaforrások felhasználásának aránya, illetve a középhőmérséklet (5b). A nemfemes ásványok felhasználására (5c) hat a kereskedelem és a K+F ráfordítások aránya, de ezek az eredmények sem szignifikánsak. Jelentős hatással van azonban az életszínvonal (HDI indikátor)  $\beta = 0,624$  – itt viszont a multikollinearitás, tehát a hatások összefonódása más tényezőkkel igen magas szintű.

## DISZKUSSZIÓ

Az eredmények a GDP és az energiafelhasználás magas hatását mutatják az anyag-felhasználásban, mindez nem meglepő. Ellentétben Weisz és mtsai (Weisz, H. et al., 2006) tanulmányával a gazdaság struktúrájának (primer és terciér szektor aránya a GDP-ben) meghatározó szerepét nem sikerül alátámasztanunk. A kereskedelem anyagfelhasználást növelő hatását mi is észleltük, de ez a hatótényező magas multikollinearitás által terhelt, tehát hatása nem független, ugyanakkor a népsűrűség hatását szintén alátámasztja korrelációs számításunk.

Steinberger és mtsai (Steinberger, J.K. et al., 2010) számításaik során – velünk ellentétben – főként extenzív strukturális indikátorokat alkalmaztak, az anyagfelhasználás és a teljes népesség, teljes GDP és teljes terület közötti összefüggést mi nem vizsgáltuk. A szerzőkhöz hasonlóan a GDP kapcsolatát az anyagigénnyel bizonyítottuk, de nem találtunk

---

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

szignifikáns összefüggést az anyagigény és a klíma között, még a fosszilis energiahordozók esetében sem. Feltehetően melegebb éghajlaton egyre meghatározóbb a klímaberendezések használata. A földhasználat jellemzőivel sem találtunk kapcsolatot.

Számos korrelációt felfedtünk a potenciális hatótényezők és az anyagfelhasználás között, azonban e tényezők jelentős része nem volt egymástól független. A legtöbb faktor a GDP-vel mutatott erős összefüggést, annak ellenére, hogy előzetesen nem állapíthattunk meg közöttük függvényszerű összefüggést. A regresszió-analízisben felfedett kölcsönhatások azonban lehetővé teszik az anyagszükségleti országmodell felvázolását (6. táblázat).

## **KÖVETKEZTETÉSEK**

A CMMR segítségével átláthatóan ábrázolható a hatótényezők és az anyagfelhasználás összefüggés-rendszere. Azok a tényezők, amelyek végül valóban meghatározónak bizonyultak (szignifikánsak és alacsony a multikollinearitásuk a többi tényezővel), a hatótényezők két, már korábban megkülönböztetett csoportjából kerültek ki (adottságok és fejleszhető területek). Az egyik nagyobb csoportban azok a tényezők helyezhetők el, amelyek inkább adottságot jelentenek az ország számára. A népsűrűség erre a legjobb példa, de a mi szempontunkból a jövedelem és az életszínvonal is ide sorolható. Érdekes a biodiverzitás kérdése: ez olyan országspecifikus jellemző, amelynek alacsony színvonal a környezetterhelésnek „köszönhető”, tehát ez a jellemző már inkább következménynek tekinthető. Ez esetben nem a biodiverzitás hat az anyagfelhasználásra, hanem a környezetterhelés általában, így az anyagfelhasználás is a biológiai sokféleség csökkenését eredményezi.

6. táblázat. Anyagszükségleti országmodell (CMMR)

	Korreláció	Tényezők	példa
Teljes DMC alacsony:	+	GDP/fő alacsony	LI, HU, MA, RO, SK
	-	common bird index magas	ES, CH, HU, SK
Teljes DMC magas:	+	GDP/fő magas	NO, DN, IR
	-	common bird index alacsony	FI, DN
biomassza DMC alacsony:	+	RES alacsony	MA, BG, DE, HU
biomassza DMC magas:	+	RES magas	FI, SW, LE
fosszilis DMC alacsony:	+	energiafelhasználás alacsony	LE, MA, RO, LI
fosszilis DMC magas:	+	energiafelhasználás magas	FI, NO
nemfémes ásványok DMC alacsony:	-	népsűrűség magas	MA, NL
	+	HDI alacsony	BG, RO
nemfémes ásványok DMC magas	-	népsűrűség alacsony	DN, IE, FI
	+	HDI magas	IE, DN, FI
DMC magas		GDP/fő magas common bird index alacsony RES magas energiafelhasználás magas népsűrűség alacsony HDI magas	DN, FI, SE, NO, FR
DMC alacsony		GDP/fő alacsony common bird index magas RES alacsony energiafelhasználás alacsony népsűrűség magas HDI alacsony	HU, PL, SK

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

A másik csoportba sorolhatók azok a változók, melyek tekintetében aktív fejlesztéssel csökkenthető az anyagszükséglet. Ide sorolható az energia-felhasználás, amit több okból is egyértelműen csökkentenünk kell. A megújuló energiaforrások szerepe ebben az esetben megtévesztő lehet: a fenntarthatóság érdekében ezek szerepét igenis növelnünk kell, de a biomassa-felhasználásra ez növekvően hat. A biomassa forrású anyagfelhasználás azonban véleményünk szerint – bizonyos határokon belül – fenntarthatónak tekinthető.

Az adottságokon nem szükséges, vagy adott esetben nehéz változtatni, viszont a fenti eredmények egyértelműen alátámasztják azon, a dematerializáció szempontjából elsődleges célokat: az energiaigények mielőbbi csökkentése és az anyagfelhasználás életminőségtől illetve gazdasági növekedéstől való elválasztása elengedhetetlen. Az életminőség esete a HDI mutató pozitív korrelációja alapján felettébb tanulságos. Az életminőség fokozása egyértelműen fontos törekvés, de a társadalmi fejlődés során fokozottan ügyelnünk kell annak természeti feltételeire. Az anyagfelhasználás csökkentése érdekében legfontosabb teendőink a gazdasági rendszer anyag-hatékonyságának növelése, az energiafelhasználás racionalizálása és az életminőség javulásának negatív környezeti hatásainak kiküszöbölése.

## **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

Köszönjük Koroknai Viktóriának az adatbázis felépítésében, az SPSS műveletekben és a CMMR leírásában nyújtott segítségét. Köszönet számos hasznos tanácsáért. A tanulmány a Debreceni Egyetem Agrár és Gazdálkodástudományok Centrumának AP5.2. számú, „Alkalmazott informatikai és gazdaságelemzés-módszertani kutatások” című program keretében készült.

**FELHASZNÁLT IRODALOM**

- Ayres, R. U., 1996.  
*Limits to the growth paradigm.*  
Ecological Economics, Vol. 19. Iss. 2, pp. 117-134.
- Bezegh A., 2006.  
*Az ötéves tervek és az ipari ökológia,* In: Környezeti nézőpontok. Aula Kiadó. Budapest, pp. 163-170.
- Bringezu, S. – Shütz, H. – Steger, S. – Baudisch, J., 2004:  
*International comparison of resource use and its relation to economic growth. The development of total material requirement, direct material inputs and hidden flows and the structure of TMR.*  
Ecological Economics. Vol. 51, pp. 91-124.
- Drahos E. – Herczeg M. – Szilágyi G., 2007.  
*Nemzetgazdasági szintű anyagáram-elemzési számlák Magyarországon.* Statisztikai Szemle. Vol. 9., pp. 821-843.
- Eurostat, 2011.  
*Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators – a Methodological Guide.* European Communities. Luxembourg, 92 p.
- Haber, H. – Fischer-Kowalski, M. – Krausmann, F. – Weisz, H. – Winiwarter, V., 2004.  
*Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer.* Land Use Policy. Vol. 21. Iss. 3. pp. 199-213.
- Hunyadi L. – Mundruczó Gy. – Vita L., 2000.  
*Statisztika.* Aula Kiadó. Budapest, 886 p.
- Karcagi-Kováts A., 2009.  
*Az MFA mutatók alkalmazásának lehetőségei a települési fenntarthatóság jellemzésében,* Agrártudományi Közlemények, 34. szám. 107-116. o.
- Krausmann, F. – Haberl, H. – Erb, K. – Wackernagel, M., 2004.  
*Resource flows and land use in Austria 1950–2000: using the MEFA framework to monitor society–nature interaction for sustainability.* Land Use Policy. Vol.21, p.215-230.
- Steinberger, J. K. – Krausmann, F. – Eisenmenger, F., 2010.  
*Global pattern of material use: A socioeconomic and geophysical analysis.* Ecological Economics. Vol. 69, pp. 1148-1158.

---

*Az anyagszükségletet befolyásoló tényezők Európa országaiban*

- Szabó E. – Pomázi I., 2006.  
*Az anyagáram-elemzés (statisztikai) módszertani kérdései*  
I-II. Statisztikai Szemle, 84. évfolyam 3-4. szám. 271-  
284. o.; 400-417. o.
- Szűcs I., 2004.  
*Alkalmazott statisztika.* Agroinform Kiadó. Budapest,  
p.551.
- Weisz, H. – Krausmann, F. – Amann, C. – Eisenmenger, N. – Erb, K. –  
Hubacek, K. – Fisher-Kowalski, M., 2006.  
*International comparison of resource use and its relation  
to economic growth The development of total material  
requirement, direct material inputs and hidden flows and  
the structure of TMR. Ecological Economics.* Vol. 58, pp.  
676-698.