

**KARCAGI-KOVÁTS Andrea**

**egyetemi adjunktus**

**Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Debrecen**

**senior lecturer**

**University of Debrecen Faculty of Economics and Business, Debrecen,  
Hungary**

**email: karcagi-kovats.andrea@econ.unideb.hu**

## **AZ ANYAGFELHALMOZÓDÁS ÉS A KÖRNYEZETI KUZNETS-GÖRBE<sup>1</sup>**

### *MATERIAL ACCUMULATION AND THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE*

#### **ABSTRACT**

According to the Environmental Kuznets Curve (EKC), environmental pollution follows an inverted U-shape path depending on economic growth. There are many explanations as to why the value of some environmental indicators improves in parallel with the growth of per capita macroeconomic income. Such reasons could be, for example, changes in the structure of the economy, the use of advanced technologies, the stricter environmental legislation, the more environmentally responsible behaviour of people or the export of polluting industries to developing countries. In this article we examine how the Kuznets curve applies to the environment of the countries under examination in the accumulation of materials. For measuring the accumulation of materials, we use one input indicator of material flow accounts (MFA) which is the non-metallic material category of DMI's (direct material input). As a result of the analysis, based on the material saturation level four larger group of countries can be distinguished. Some countries are fully saturated – the EKC is strictly monotone increasing – others do not even reach saturation – the EKC is strictly monotone decreasing – in some countries the hypothesis is confirmed – the EKC is inverted U-shape – while elsewhere the EKC is N-shaped.

**Kulcsszavak:** környezeti Kuznets-görbe, társadalmi metabolizmus, anyagfelhalmozódás, anyagáram elemzés, közvetlen anyagbevétel (DMI)

**Keynotes:** environmental Kuznets-curve, social metabolism, material accumulation, material flow analysis, direct material input (DMI)

## 1. Bevezetés

A környezeti Kuznets-görbe (Environmental Kuznets Curve – EKC) szerint a környezetszennyezés egy fordított U-alakú utat követ a gazdasági növekedés függvényében. Számos magyarázata létezik annak, hogy az egy főre eső makrojövedelem növekedésével párhuzamosan miért javul egyes környezeti mutatók értéke. Ilyen okok lehetnek a gazdaság szerkezetében bekövetkezett változások, fejlett technológiák alkalmazása, szigorúbb környezetvédelmi jogszabályok bevezetése, a lakosság környezettudatosabb életmódja vagy akár a szennyező iparágak exportálása fejlődő országokba. Cikkünkben azt vizsgáljuk, hogy hogyan érvényesül a környezeti Kuznets-görbe a vizsgált országokban az anyagfelhalmozódás tekintetében. Az anyagfelhalmozódás mérésére a társadalmi metabolizmust leíró anyagáramlási számlák (Material Flow Accounts) egy felhasználási mutatóját, a DMI (direct material input) indikátor nem-fémes ásványi anyagok kategóriáját használjuk.

Az elemzés eredményeképpen az országoknak négy nagy csoportját különböztethetjük meg attól függően, hogy milyen az anyagi telítettségi szintjük. Egyes országok teljesen telítettek – az EKC szigorúan monoton csökkenő –, mások még a telítődés közelében sem járnak – az EKC szigorúan monoton növekvő –, néhány országban a hipotézis beigazolódik – az EKC fordított U-alakú –, míg máshol az EKC N-alakot követ.

## 2. A környezeti Kuznets-görbe

Simon Kuznets 1955-ben megjelent írásában,<sup>2</sup> A gazdasági növekedés és jövedelemegyenlőtlenség-ben (Economic Growth and Income Equality) arról írt, hogy az egy főre eső GDP és a jövedelemegyenlőtlenség között egy fordított U-alakú függvényszerű kapcsolat van. Ezt azt jelenti, hogy mindaddig nő a jövedelemegyenlőtlenség, amíg az egy főre eső GDP el nem ér egy bizonyos szintet, majd – nevezzük ezt a jövedelemszintet fordulópontnak – a görbe görbületet vált és a jövedelem további emelkedésével párhuzamosan csökkenni kezd. A szakirodalomban ezt az összefüggést Kuznets-hipotézisnek nevezik.<sup>3</sup>

Az 1990-es évektől kezdődően, amikor a környezeti problémák egyre erőteljesebben kezdtek a figyelem középpontjába kerülni, számos elemzés készült a különböző környezeti mutatók és az egy főre eső hazai jövedelem közötti kapcsolatról. Így született meg a környezeti Kuznets-görbe fogalma. A környezeti Kuznets-görbe szerint egy fordított U-alakú görbe fedezhető fel egyes környezeti mutatók és az egy főre jutó GDP között. Ez azt jelenti, hogy alacsony gazdasági aktivitásnál a természetre

ható negatív tényezők is alacsonyabbak, viszont ahogy a gazdasági növekedés folytatódik, úgy nő a környezetre nehezedő antropocén nyomás is. A folyamatos növekedés eredményeként azonban strukturális változás következik be a gazdaságban, vagy időközben szigorúbb környezetvédelmi szabályokat vezetnek be, de az is elképzelhető, hogy a magasabb jövedelem maga után vonja a lakosság környezetérzékenyebbé válását,<sup>4</sup> sőt, akár exportálhatja is a gazdaságilag fejlett ország szennyező iparágait fejlődő országokba. Ezen változások hatására elkezd csökkenni a negatív hatás, amelyet akár tudatos fejlesztéspolitikai ágak megjelenése is támogathat, példaként szolgálhat erre a település-szerkezet fejlesztési politika<sup>5</sup> fejlődése.

A Kuznets-hipotézis igazolásának két fontos eleme van: i) első lépésben megvizsgálják, hogy az egy főre jutó jövedelem és a környezeti degradáció közötti kapcsolatot valóban harang alakú görbe írja-e le; ii) majd megállapításra kerül az egy főre jutó jövedelemnek az a szintje, mely a „fordulópontot” (küszöbértéket) jelenti, azaz ahol a környezeti degradáció mutatójának marginális változása nulla.<sup>6</sup>

### 2.1. Néhány jelentősebb eddigi eredmény

A hipotézis vizsgálata környezeti problémákra az 1990-es évektől kapott nagyobb figyelmet Grossman és Krueger 1991-es tanulmánya nyomán, akik az Észak-Amerikai Szabadkereskedelmi Egyezmény (NAFTA) potenciális hatásait vizsgálták Mexikó környezetterhelésére. Környezetvédők úgy gondolták, hogy a piacok bármilyen bővítése, illetve a gazdasági tevékenység növekedése elkerülhetetlenül nagyobb környezetterheléshez és a szűkös erőforrások még gyorsabb kimerítéséhez vezetne az országban. A szerzőpáros tanulmányában arra a megállapításra jutott, hogy a nemzeti jövedelem emelkedése egy bizonyos szintig növeli a környezet minőségét. Előrejelzésük alapján a negatív fordulópontot, azaz amikor a görbe ismét emelkedni kezd, 10 000–15 000 \$/fő-nél állapították meg.<sup>7</sup>

A téma a Világbank 1992-es Fejlődési Jelentésével került a köztudatba. A jelentésben 10 különböző indikátorra vizsgálták a Kuznets-hipotézist: tiszta víz hiányára, a városi higiénia hiányára, a lebegő részecskék, kén-dioxid koncentráció, 1961 és 1986 között az erdőterület változása és az erdőirtás éves mértéke, a folyókban lévő oldott oxigén mennyisége, az egy főre eső települési hulladék és az egy főre jutó széndioxid-kibocsátás. Eredményeik azt mutatták, hogy a lakosság számára elérhető egészséges ivóvíz, a városi higiénia fejlődésének és a megfelelő csatornarendszer kialakításának javulása között pozitív kapcsolat fedezhető fel. Az erdőirtás esetében nem jutottak ugyanerre a következtetésre.

A levegő szennyezettségének szintje igazolta az EKC hipotézist, a küszöbértéket 3000–4000 \$/fő-nél állapították meg. Végül a szén-dioxid kibocsátásra és az egy főre jutó települési hulladékra azt találták, hogy jövedelem növekedésével ezek szintje emelkedik.<sup>8</sup>

Selden és Song 1994-es tanulmányában a kén-dioxidra, a nitrogén-oxidokra, a lebegő részecskékre, valamint a szén-monoxidra vizsgálták a Kuznets-görbe létezését. A küszöbértékeket a korábban született tanulmányokhoz képest jóval magasabb értékeknél állapították meg: a kén-dioxid esetében 10 391 \$/fő, a nitrogén-oxidnál 13 383 \$/fő, a lebegő részecskénél 12 275 \$/fő és a szén-monoxidnál pedig 7114 \$/fő jelentette a fordulópontot 1990-es amerikai dollár árfolyamán számítva.<sup>9</sup>

Panayotou 1995-ben az egyik legszisztematikusabb tanulmányt publikálta a gazdasági fejlődés és a környezeti károk közötti kapcsolat vizsgálatáról, melyben igazolta a környezeti Kuznets-görbe létezését az általa kiválasztott fejlett és iparosodott országokban. Megmutatta, hogy az egy főre jutó jövedelem és az erdőirtás aránya között valóban felfedezhető a fordított U-alakú görbe. Ugyanerre a következtetésre jutott a levegő szennyezettségi szintje esetében is, amikor a különböző nitrogén-oxidok, kén-dioxid és lebegő részecskék mértékét vizsgálta. Viszont a fordulópont helyenként eltérő GDP-értéknél határozódott meg. Felhívta a figyelmet arra is, hogy erősebb és fejlettebb szakpolitika alkalmazásával már alacsonyabb értéknél is a csökkenő szakaszba fordulhat a görbe.<sup>10</sup>

A korai tanulmányok szerint valóban felfedezhető a fordított U-alakú görbe az egy főre eső jövedelem nagysága és a szennyezési szint között, de jellemzően a helyi szennyezőanyagokkal kapcsolatban.

Amennyiben kimutatták a kutatók a görbe létezését, a mai napig vita tárgyát képezi, hogy milyen GDP értéknél van a küszöbérték és milyen magas szintre juthat a káros környezeti hatás. Előfordulhat ugyanis, hogy a gazdasági tevékenység irreverzibilis károkat okoz a természeti rendszerben. Ezt a jelenséget árnyékhatásként hívják a tanulmányokban.<sup>11</sup>

## 2.2. Kritikai észrevételek

A környezeti Kuznets-görbe talán legátfogóbb kritikáját Arrow és szerzőtársai fogalmazták meg. Szerintük a problémát elsősorban az jelenti, hogy a fordított U-alakú görbe nem mutatható ki globálisan, csupán kisebb földrajzi léptékben (lokális szinten) és csak rövid időtávon érvényesül. Hangsúlyozták, hogy a görbe figyelmen kívül hagyja a természet állapotát, az ökoszisztémák ellenállóképességét. Megállapították, hogy az eredmények nem támasztják alá, hogy a gazdaság növekedése elégsé-

ges feltétele lenne a környezet javulásának, vagy a növekedés miatti környezeti hatások és károk figyelmen kívül hagyhatók lennének. Kritika-ként fogalmazták meg továbbá, hogy a szennyezések csökkentése általában nem természetes úton ment végbe, hanem valamilyen törvényi beavatkozás, helyi intézményi reformok vagy különböző piaci ösztönzők révén. Azonban ezen intézkedések figyelmen kívül hagyták azon következményeket, melyeket olyan piaci szereplők viselnek, akikkel nincsenek közvetlen kapcsolatban, mint például a jövő generációi vagy a más ország lakói.<sup>12</sup> Míg a GDP és az ökológiai lábnyom változása a fejlett országokban elválk egymástól, megfigyelhető a szétválás jelensége, ahol csökkenő környezetterhelés mellett nő a GDP, addig az elmaradottabb országokban gyakran ennek ellenkezőjét figyelték meg.<sup>13</sup>

Selden és Song felhívják a figyelmet arra, hogy az EKC csupán olyan környezetterhelések esetében mutatható ki, melyek nem alkotnak ökológiai rendszert, és ha bizonyított is a fordított U-alakú görbe érvényesége, kérdéses, hogy nem fog-e érvényesülni a visszapattanó hatás.<sup>14</sup> Tehát a kutatók megkérdőjelezzik azt, hogy a technológia javulása valóban kíméli a környezetet és valóban csökkenti az abszolút környezetterhelést az ökohatékonyaság növekedése.

Dombi és Málovics kritikaként fogalmazzák meg, hogy az EKC létezését nem igazolták olyan komplexebb mutatók esetében sem, melyek átfogóan mérik a környezetterhelést. Ilyenek például az ökológiai lábnyom, a HANPP (Human Appropriation of Net Primary Production) vagy az összes energiafelhasználás esetében.<sup>15</sup> Ezen túlmenően nincs irodalmi információ arra vonatkozóan, hogy a környezetterhelés bizonyos típusai, például a zajszennyezés esetében tetten érhető lenne az EKC, holott a zajszennyezés jelentős negatív externáliát jelent a társadalom számára.<sup>16</sup>

Többen vetik az EKC szemére, hogy figyelmen kívül hagyja a szennyezés exportját, ami a negatív hatások csökkenéséhez vezet.<sup>17</sup>

### 3. Az MFA és a DMI mutató

Az anyagáram elemzés (MFA) jelentőségét az emberiség által létrehozott, gerjesztett anyagáramok mértéke adja. Behrens és munkatársai a Millennium Ecosystem Assessment Reportra hivatkozva állítják, hogy „az elmúlt 50 évben az emberiség gyorsabban változtatta meg a természetes ökoszisztémákat, mint az emberi történelem bármely más hasonló időszakában”.<sup>18</sup>

A társadalmi-gazdasági makrorendszerekre (legtöbbször országokra) vonatkozó anyagáram számlák a rendszerbe beáramló és onnan távozó anyagáram mennyiségét veszik számba tömegegységekben (tonnában

vagy kilogrammban). 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 emisziója.<sup>19</sup>

A számbavétel legfontosabb előnye, hogy együtt képes leírni a természeti és az ember által generált anyagáramokat (amire a pénzbeli mérés nem alkalmas), így az MFA mérőszámai sokkal jobban használhatók a fenntartható fejlődés indikátoraiként, mint az SNA széles körben elfogadott statisztikai mutatói.<sup>20</sup>

Az MFA-t a gyakorlati élet képviselői is pozitívan fogadták, mert *i)* információt nyújt a makrogazdaságok fizikai metabolizmusának szerkezetéről és időbeli változásairól; *ii)* nemzetközileg összehasonlítható erőforrás-indikátor készletet ad; *iii)* indikátorokat nyújt az erőforrások termelékenységének és ökohatékonyságának mérésére az erőforrásadatok GDP-hez vagy más gazdasági és társadalmi indikátorhoz való viszonyítása révén.<sup>21</sup>

Az egyik legfontosabb mutatónak a közvetlen anyagbevitel (DMI – direct material input) tekinthető. Ez az indikátor valamennyi gazdasági értékkel rendelkező és a termelésben vagy a fogyasztásban felhasznált anyagot magában foglalja; a hazai kitermelés és a behozatal összege.

A kutatók véleménye megoszlik abban, hogy mely mutatók kidolgozottsági foka teszi lehetővé már ma alkalmazásukat. Leggyakrabban az indikátorok kiszámításához szükséges adatok megbízhatatlansága, illetve hiányos volta/hiánya okoz gondot. Schepelmann és munkatársai szerint a DMI és a DMC (domestic material consumption) már jól kidolgozott, jól használható mutató.<sup>22</sup>

### 3.1. Az anyagállományok szerepe

Számos kutató egyetért abban, hogy a világ antropogén anyagkészlete a 20. század során folyamatosan növekedett és ez a trend a mai napig folyamatos.<sup>23</sup> Baccini és Brunner szerint is globális szinten az anyagkészletek minden eddiginél gyorsabban növekszenek, ami a jelenleg Kínában és Indiában újonnan felhalmozódó készleteknek tulajdonítható.<sup>24</sup> Schillerék úgy gondolják, hogy az elmúlt 50 év során – a becslések szerint – mintegy 42 milliárd tonna anyag került be az antropogén készletekbe. Ennek a mennyiségnek több mint 99%-a lehet fellelhető az épített környezetben.<sup>25</sup> Az emberek által évente globális szinten kinyert anyagok mintegy felét a használatban lévő anyagkészletek létrehozására vagy megújítására fordítják.<sup>26</sup>

A Dittrich és munkatársai által készített előrejelzés „business as usual” scenáriója amellel a feltevés mellett készült, hogy mind a fejlődő, mind a feltörekvő országokban a fejlett világban uralkodó gazdasági modell terjed majd el. Ennek nyomán a szerzők azt is feltételezik, hogy 2030-tól kezdve az anyagfelhasználás globális átlaga az OECD országok szintjével lesz egyenlő. Ez esetben a durva becslés szerint 2050-ben az emberiségnek a különböző anyagokból mintegy 180 milliárd tonnára lenne szüksége,<sup>27</sup> ami a mai szinthez képest 2,7-szeres növekedést jelent. Ez a scenárió nem veszi figyelembe az anyagellátás korlátozását és a szűkösséget.

Több kutató foglalkozott azzal, hogy az állományok áramokat generálnak. Baccini-ék szerint a fejlett társadalmak anyagszerájében a termelési emissziók csökkennek, miközben a fogyasztási kibocsátások növekednek. Köszönhető ez annak, hogy a nagymértékű és egyre növekvő ütemű fogyasztás olyan hatalmas anyagkészletek felhalmozódását eredményezte, melyeket üzemanyaggal kell ellátni, működtetni kell és fenn kell tartani.<sup>28</sup> Mások így fogalmazzák ezt meg: az antropogén anyagkészletek tartós fogyasztási cikkek miközben szolgáltatásokat nyújtanak, bizonyos függőséget is teremtenek a jövőbeli nyersanyagszükségletek tekintetében. A forrás inputok és a hulladék outputok áramait sokkal inkább a készletek által nyújtott szolgáltatások iránti igények, semmint maguk iránt az áramok iránt megnyilvánuló igények hajtják.<sup>29</sup>

Augiseau és Barles harmincegy olyan – az építőanyag-áramot és készleteket együttesen tárgyaló – tudományos publikációt elemzett, amelyek a nemfémes ásványokat állítják vizsgálataik fókuszába. Megállapították, hogy ezek a tanulmányok különböző célokkal készültek: a jövőbeli input és output áramok prognosztizálása és összevetése, számos paraméter jövőbeli áramlásokra gyakorolt hatásának vizsgálata, a jelenlegi és jövőbeli készletek becslése és alakulása, a városi anyagsere tanulmányozása és az áramlások és készletek közötti kölcsönhatás elemzése.<sup>30</sup>

A fentiekből kitűnik az állományok jelentős szerepe a környezetterhelés tekintetében, ugyanis az állományok nemcsak tömegükkel és kiterjedtségükkel, hanem áramlások generálásával is negatív hatást gyakorolnak a természeti környezetre. Éppen ezért képezi vizsgálatunk tárgyát a DMI mutató nemfémes ásványok anyagkategóriája, hisz ezek az anyagok – természetüknél fogva – hosszú távon a társadalmi-gazdasági rendszerben maradnak, felhalmozódnak, növelve ezzel az antroposzféra méretét és tömegét a természet kárára.

#### 4. Anyagfelhalmozódás az OECD országokban

Munkánk során az OECD statisztikai adatbázisából vett mutatókkal dolgoztunk, az egy főre eső GDP-vel dollár/főben mérve és a DMI mutató nemfémes ásványkategóriájával ezer tonnában mérve. A koordináta-rendszer vízszintes tengelyén az 1 főre eső reál GDP-t ábrázoltuk \$/főben, a függőleges tengelyen a DMI nemfémes ásványkategória szerepel ezer tonnában mérve. Az adatokból megszerkesztettük a Kuznets-görbét, majd polinomiális trendvonalat illesztettünk a függvényekre, és a kapott görbe alapján csoportosítottuk az országokat. 4 különböző kategóriába soroltuk az országokat: *i)* a Kuznets-görbe fordított U-alakú; *ii)* a Kuznets-görbe harmadfokú; *iii)* a Kuznets-görbe közel lineáris növekvő; *iv)* a Kuznets-görbe közel lineáris csökkenő.

Tekintettel arra, hogy a DMI adatokat az országok eltérő időpontban kezdték el szolgáltatni, a diagramok címében szerepeltetjük a vizsgált időintervallumot. Terjedelmi korlátok miatt az egyes kategóriákban csak néhány országot mutatunk be.

##### 4.1. Fordított U-alakú környezeti Kuznets-görbe

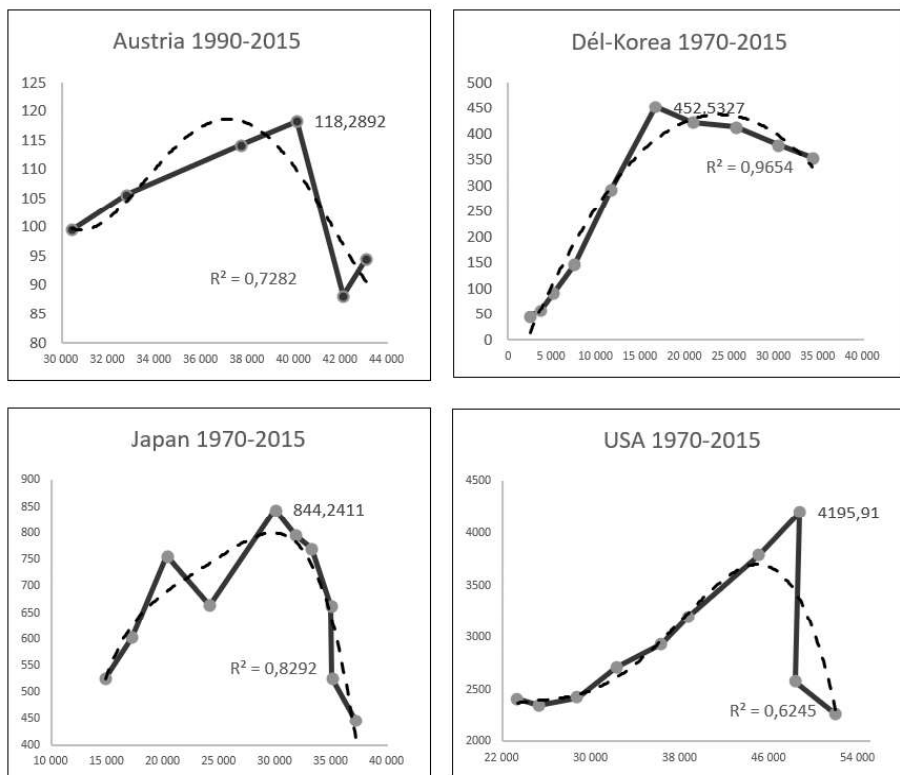
A fordított U-alakú környezeti Kuznets-görbét 4 ország Ausztria, Dél-Korea, Japán és az Egyesült Államok példáján mutatjuk be. Ausztriában a fordulópont 40 067 \$/fő-nél 118 ezer tonna nemfémes ásványbevitelnél következett be 2005-ben. Japánban a fordulópont 29 923 \$/fő-nél 844 ezer tonna nemfémes ásványbevitelnél következett be már 1990-ben. Dél-Koreában a fordulópont 16 580 \$/fő-nél 452 ezer tonna nemfémes ásványbevitelnél következett be 1995-ben, míg az Egyesült Államokban 48 677 \$/fő jelenti a töréspontot nagyon magas, 4196 ezer tonna értéknél 2005-ben.

Az adatok alapján nem tudunk egyértelmű következtetést levonni a fordulópontra vonatkozóan, így megvizsgáltuk ezen országok egyéb jellemzőit is. Japánban, Dél-Koreában és az Egyesült Államokban igen magas (sorrendben 92%, 82%, 82%) az urbanizáltság foka (a városi népesség aránya), míg ennek a mutatónak az értéke Ausztriában 58%. A népsűrűség tekintetében szintén nagyon változatosak az adatok, melyek természetesen függenek az adott ország területi kiterjedtségétől, a földrajzi és időjárási viszonyaitól. Sorrendben az Egyesült Államokban a legalacsonyabb a népsűrűség 35 fő/km<sup>2</sup>, majd következik Ausztria 104 fő/km<sup>2</sup>-rel, Japán esetében 337 fő/km<sup>2</sup>, míg Dél-Koreában 551 fő/km<sup>2</sup> ez az érték.

Az 1. ábrán ezen országok Kuznets görbéjét mutatjuk be. A görbére illesztett trendvonalnál jeleztük az R<sup>2</sup> értéket is.



1. ábra: Fordított U alakú környezeti Kuznets-görbék  
 Figure 1.: Inverted U shaped environmental Kuznets Curve



Forrás: saját szerkesztés

#### 4.2. N-alakú Kuznets-görbe

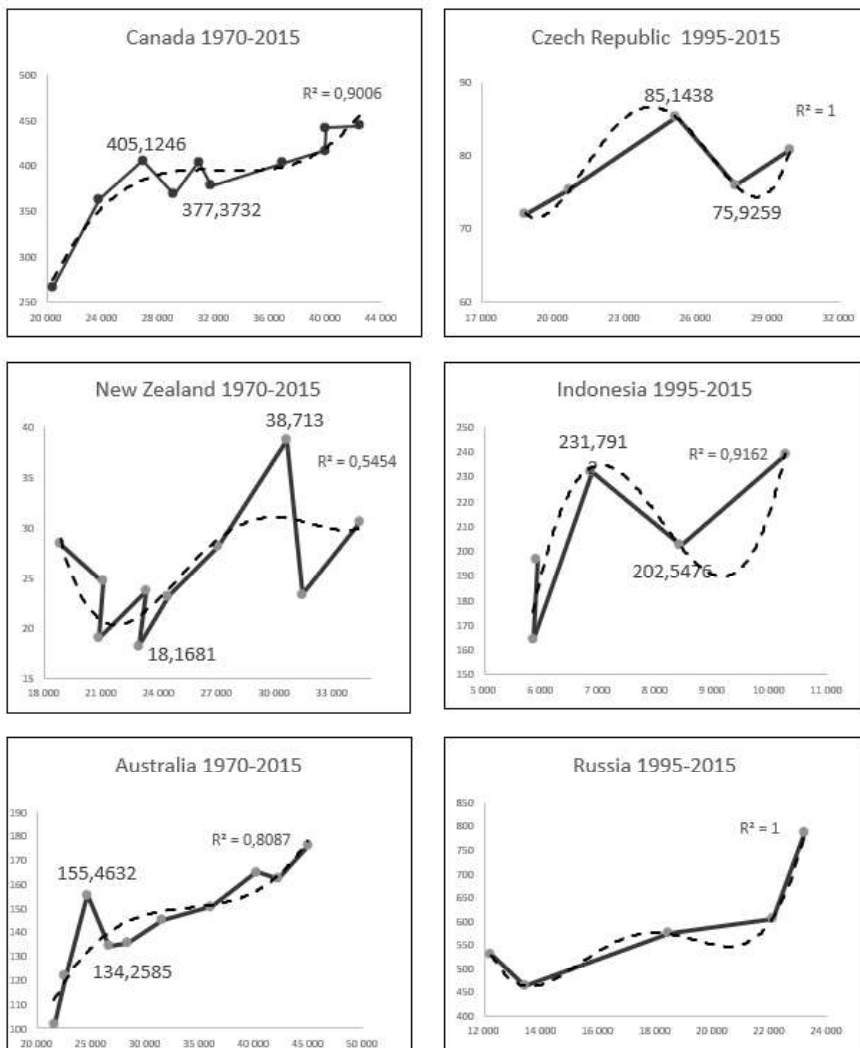
Míg a fordított U-alakú görbék esetében az egy főre eső GDP-k 40 000 \$ körüli értékeket vesznek fel a vizsgált időszak végén, addig az N-alakú görbék esetében ezek az értékek nagy szórást mutatnak, többszörös különbségek vannak az adatok között. Az N-alakú Kuznets-görbét 6 ország példáján mutatjuk be.

Ausztráliában 1980-ban 24 652 \$/fő értéknél éri el a függvény a helyi maximumát 155 ezer tonnával, és ez az érték 1990-ig lecsökken 135 ezer tonnára, majd 1995-től folyamatos növekedés tapasztalható a nemfémek ásványok anyag-inputjában. Az országban éghajlati és területi adottságai miatt a népsűrűség 3 fő/km<sup>2</sup>, az urbanizáltsági mutató 86%, az ország beépítettsége 0,15% 2014-ben.

Kanadában 1980-ban tetőzik a nemfémek ásványok anyaginputja 26 886 \$/fő-nél 405 ezer tonna értéken, majd csökkenés következik 1995-ig, végül a görbe folyamatos növekedést mutat. Ausztráliához ha-

sonlóan alacsony a népsűrűség, 4 fő/km<sup>2</sup> és magas a városi lakosság aránya, 81%, az ország beépítettsége 0,13% 2014-ben.

2. ábra: Harmad- és negyedfokú környezeti Kuznets-görbék  
Figure 2.: Third and fourth degree environmental Kuznets curves



Forrás: saját szerkesztés

Csehországban 1995-től 2005-ig folyamatosan nő az anyaginput, 25 150 \$/fő-nél 85 ezer tonnánál tetőzik a függvény, majd 2010-ben 27 608 \$/fő-nél a függvény 75 ezer tonnával veszi fel a helyi minimumát, majd újra növekvő szakaszba lép. A népsűrűség tekintetében a közepesen lakott országok közé sorolhatjuk Csehországot (135 fő/km<sup>2</sup>) és a vá-

rosi lakosság aránya kisebb, mint az előző két országnál (74%), viszont e beépítettség 4,4%. Ennél a három országnál az első fordulópont 25 000 \$/fő értéknél van.

Új-Zélandon 1980-ban és 1990-ben 18 ezer tonna a minimális anyaginput 20 822 és 22 915 \$/fő-nél, majd 2005-ig növekszik az anyaginput 38,7 ezer tonnáig és ezt a maximumot 30 640 \$/főnél éri el az ország, majd nagy ingadozást mutat a függvény. Alacsony népsűrűségű (18 fő/km<sup>2</sup>) és erőteljesen városiasodott (86%), az ország beépítettsége 0,53% 2014-ben.

Indonéziában 2005-ben – az előző országokhoz képest nagyon alacsony – 6880 \$/fő GDP-nél van az első fordulópont a Kuznets-görbében 231,8 ezer tonnával, majd 2010-re ez lecsökken 202,5 ezer tonnára, miközben az egy főre eső GDP eléri a 8433 dollár, majd ismét növekedni kezd a nemfém ásványok inputja. Az ország népsűrűségi és urbanizáltsági mutatója alacsony (40 fő/km<sup>2</sup> és 55%), a beépítettség 0,67%-ról 1,14%-ra nőtt 1990-től 2014-ig.

Oroszországban 2000-ben 13 425 \$/fő-nél volt a legalacsonyabb az anyagbevitel 463 ezer tonnával, majd folyamatos növekedés tapasztalható. Az ország népsűrűségi mutatója alacsony (8 fő/km<sup>2</sup>), a városi lakosság aránya 74%, az ország beépítettsége 0,12-ről 0,14%-ra nőtt a vizsgált időszakban.

#### 4.3. Közel lineáris, növekvő Kuznets-görbék

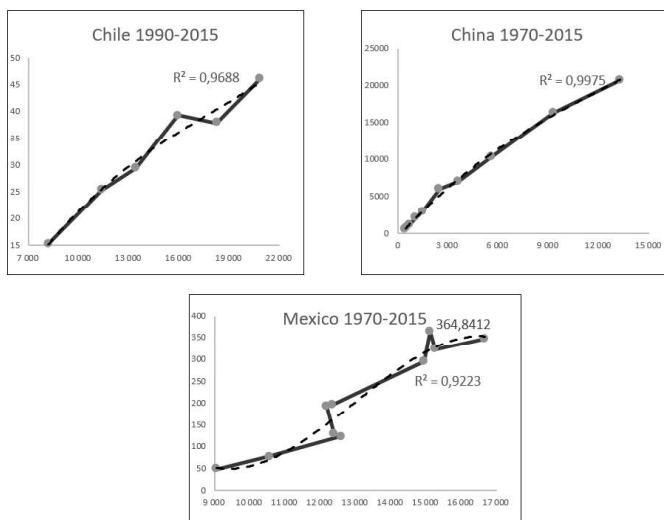
Az itt bemutatott három ország (Chile, Kína és Mexikó) jellemzőiben közös vonás, hogy a vizsgált időszak végén elért GDP-értékek – az előző kategóriákban lévő országokhoz képest – nem mutatnak nagy különbséget, 15–22 000 dollár/fő között vannak, azaz közel azonos az országok egy főre eső gazdasági teljesítménye.

Chilében 87% a városi lakosság aránya és 24 fő/km<sup>2</sup> a népsűrűség. Az illesztett görbe folyamatos emelkedést mutat. A beépített terület aránya 0,21%-ról 0,28%-ra nőtt 1990 és 2014 között.

Kínában 58% a városi lakosság aránya és 146 fő/km<sup>2</sup> a népsűrűség. A Kuznets-görbe folyamatos növekedést mutat, 2015-ben 20 767 ezer tonna (azaz több mint 20 millió tonna) volt a nemfém ásványokból az anyagbevitel 13 263 GDP/fő értéknél. A beépített terület aránya 0,64%-ról 1,13%-ra nőtt 1990 és 2014 között.

Mexico 80%-os urbanizáltsággal és 67 fő/km<sup>2</sup> népsűrűséggel – a válságtól megtisztítva az anyagbevitt – a DMI folyamatos növekedést mutat és 0,67% a beépített terület aránya.

**3. ábra: Növekvő Kuznets-görbék**  
**Figure 3.: Increasing Kuznets curves**

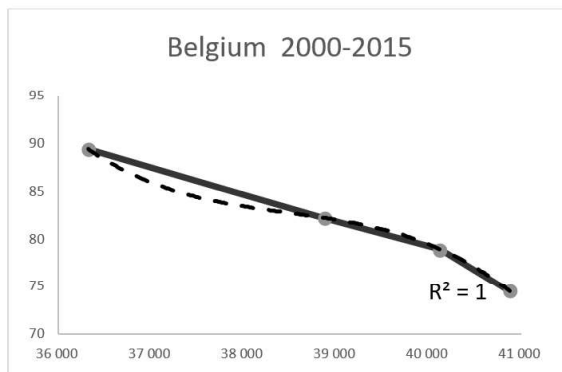


Forrás: saját szerkesztés

#### 4.4. Közel lineáris, csökkenő Kuznets-görbe

A vizsgált országok közül egyedül Belgiumban valósult meg az abszolút szétválasztás, azaz az egy főre eső GDP növekedésével párhuzamosan a nemfémes ásványi anyagok bevétele folyamatos csökkenést mutat. 2015-re az egyik legmagasabb egy főre eső GDP-vel rendelkezik az ország, itt a legmagasabb, 98%, az urbánus lakosság aránya, itt a legmagasabb a népsűrűség 377 fő/km<sup>2</sup>-rel és a beépített terület aránya is itt a legmagasabb, 15,37%.

**4. ábra: Csökkenő Kuznets-görbe**  
**Figure 4.: Decreasing environmental Kuznets curve**



Forrás: saját szerkesztés

## Összegzés

A tanulmány legfontosabb célja az volt, hogy megvizsgálja, beigazoló-dik-e a környezeti Kuznets hipotézis a nemfémek ásványi anyagok inputja során, azaz az egy főre eső GDP növekedésével párhuzamosan milyen érté-keket vesz fel a függvény. Az eredményekből levont következtetések ellent-mondásosak, nem lehet egyértelmű megállapításokat tenni arra vonatko-zóan, hogy a környezeti Kuznets-görbe alakja szerint milyen közös jellem-zőkkel bírnak az országok. Azokra az országokra, ahol beigazolódik a Kuz-nets-hipotézis elmondhatjuk, hogy magas egy főre eső GDP-vel rendelke-znek, azaz a világ legfejlettebb országai közé tartoznak, de a népsűrűséget és az urbanizáltság fokát tekintve jelentős eltéréseket mutatnak az adatok. Még nagyobb változatosságot mutatnak az N-alakú csoportba tartozó országok, itt ugyanis a GDP/fő értékek – a vizsgált időszak végén – 10 000 és 45 000 dollár/fő között mozognak, az urbanizáltsági mutatók értékei 55 és 85%, a népsűrűség 3 és 135 fő/km<sup>2</sup>, a beépítettség 0,13 és 4,4% közötti értékeket vesznek fel. A folyamatos növekedést mutató országok az alacsonyabb GDP/főt elérő országok közé tartoznak, itt 13 és 20 ezer dollár/fő között szórnak az értékek, azaz nincs jelentős különbség az országok gazdasági teljesítménye között, és jelentősen el vannak maradva ezek az értékek azon országok értékeitől, ahol beigazolódik a Kuznets-hipotézis. Az egyetlen or-szág, ahol folyamatos csökkenés tapasztalható az anyaginput tekintetében, az Belgium. Belgium a gazdaságilag legfejlettebb országok közé tartozik, itt a legmagasabb (377 fő/km<sup>2</sup>) a népsűrűség, itt a legmagasabb a városi la-kosság aránya (98%) és itt a legmagasabb a beépítettség 15,37%.

Az eredményekből kitűnik, hogy egy olyan problémát – a szaturáció elérését – vizsgáltunk, mely sokkal összetettebb megközelítést igényel a jövőben, azaz még több változót, például több gazdasági, földhasználat-tal, éghajlati adottságokkal kapcsolatos mutatót kell bevonnunk a vizsgá-latba. Ez a tanulmány az első lépcsőfok az országok fizikai értelemben vett telítettségének vizsgálatában.

## JEGYZETEK/NOTES

1. A tanulmány az OTKA K-115851 kutatás keretében készült.
2. A gazdasági növekedés és jövedelemegyenlőtlenség, Economic Growth and Income Equality.
3. Dinda S. (2004): Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. Ecological Economics. Volume 49. Issue 4. August, pp. 431–455.
4. Panayotou, T. (1993): Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. ILO Working Papers. Technology and Employment Programme. Geneva.

5. Pintér Tibor (2015): Integrált városfejlesztés az Európai Unió keleti és nyugati tagállamaiban – Románia és Németország esete. *Journal of Central European Green Innovation.*, 3. évf., 2. szám, pp. 123–136.
6. Barbier, E. B. (1997): Introduction to the environmental Kuznets curve special issue. *Environment and Development Economics*. Volume 2. Issue 4. pp. 369–381.
7. Grossman, G. M. and Krueger, A. B. (1991): Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, National Bureau of Economic Research Working Paper 3914, NBER, Cambridge MA. pp. 2–15.
8. Stern, D. I. (2015): The environmental Kuznets curve after 25 years, *Journal of Bioeconomics*. Volume 19. Issue 1. August, pp. 7–28.
9. Selden, T. M., Song, D. (1994): Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*. Volume 27. Issue 2. September, pp. 147–162.
10. Panayotou, T. (1995): Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. ILO Working Papers. Technology and Employment Programme. Geneva.
11. Kerekes Sándor (2007): A környezetgazdaságtan alapjai. Aula Kiadó, Budapest, pp. 48–54, ISBN 978-963-9698-25-3
12. Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, K., Holling, C. S., Jansson, B., Levin, S., Maler, K., Perrings, C., Pimentel, D. (1995): Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological Economics*, Volume 15. Issue 2. pp. 91–95.
13. Szigeti, C., Tóth, G., Szabó, D. R. (2017): Decoupling – shifts in ecological footprint intensity of nations in the last decade. *Ecological Indicators*, 72., 111–117. <http://doi.org/f9xb5x>
14. Selden, T. M., Song, D. (1994): Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*. Volume 27. Issue 2. September, pp. 147–162.
15. Dombi J., Málovics Gy. (2015): A növekedésen túl – egy új irányzat hozzájárulása a fenntarthatósági vitához. *Közgazdasági Szemle*, 62. évf., 2015. február pp. 200–221.
16. Harangozó Gábor, Marjainé Szerényi Zsuzsanna (2014): Mennyit ér a zajterhelés csökkenése? Zajvédelmi intézkedések értékelése a haszonértékelések átvitelével. *Közgazdasági Szemle* 61:1, 68–91.
17. Kander, A., Jiborn, M., Moran, D. D., Wiedmann, T. O. (2015): National greenhouse-gas accounting for effective climate policy on international trade. *Nature Climate Change*. Volume 5. March, pp. 431–435.; Peters, G. P., Hertwich, E. G. (2006): Pollution embodied in trade: The Norwegian case. *Global Environmental Change*. Volume 16. Issue 4. October, pp. 379–387.
18. Behrens, A. Giljum, S. Kovanda, J. Niza, S. (2007): The material basis of the global economy, *Ecological Economics* Vol. 64, Issue 2, December 2007, pp. 444–453.

19. Ayres, U. R.–Ayres, L. W. (2001): Handbook of Industrial Ecology. Edward Elgar, Cheltenham – Northampton, 701. old.
20. Karczagi-Kováts A. (2008).
21. Gazley, I., Bhuvanendran, D. (2005): Trends in UK material flows between 1970 and 2003. *Economic Trends* 619. June 2005, pp. 39–47.
22. chepelmann, Ph., Schütz, H., Bringezu, S. (2006): Assessment of the EU Thematic Strategy on the Sustainable Use of natural Resources, European Parliament. September 2006, (IP/A/ENVI/FWC/2006-99) 37. p.
23. Haas, J., Furberg, D., Ban, Y. (2015): Satellite monitoring of urbanization and environmental impacts – A comparison of Stockholm and Sanghai. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Volume 38. June, pp. 138–149.; Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K., Haberl, H., Fischer-Kowalski, M. (2009): Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, Volume 68. Issue 10. May, pp. 2696–2705; Schiller, G., Müller, F., Ortlepp, R. (2017): Mapping the anthropogenic stock in Germany: Metabolic evidence for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 123. August, pp. 93–107.
24. Baccini, P., Brunner, H. P. (2012): *Metabolism of the Anthroposphere: Analysis, evaluation, design*. The MIT Press. London. pp. 20–23.
25. Schiller, G., Müller, F., Ortlepp, R. (2017): Mapping the anthropogenic stock in Germany: Metabolic evidence for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 123. August, pp. 93–107.
26. Krausmann, F., Pichler, M., Schaffartzik, A., Haberl, H., Görg, C. (2017): Drivers of society-nature relations in the Anthropocene and their implications for sustainability transformations. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Volumes 26–27. June, pp. 32–36.
27. Dittrich M., Bringezu S., Schütz H. (2012): The physical dimension of international trade, part 2: Indirect global resource flows between 1962 and 2005. *Ecological Economics*, Vol. 79. July, pp 32–43.
28. Baccini, P., Brunner, H. P. (2012): *Metabolism of the Anthroposphere: Analysis, evaluation, design*. The MIT Press. London. pp. 20–23.; Karczagi-Kováts A. (2015); Dombi, Mihály (2018): Modeling the material stock of manufactured capital with production function. *RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING* 138. pp. 207–214., 8 p. (2018); Karczagi-Kováts A. (2017); Karczagi-Kováts A. (2015).
29. Pauliuk S., Müller D. (2014): The role of in-use stocks in the social metabolism and in climate change mitigation. *Globan Environmental Change*, Volume 24. January, pp. 132–142; Schiller, G., Müller, F., Ortlepp, R. (2017): Mapping the anthropogenic stock in Germany: Metabolic evidence for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 123. August, pp. 93–107.
30. Augiseau V.–Barles S. (2017): Studying construction materials flows and stock: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 123. August, pp. 153–164.

**FELHASZNÁLT IRODALOM/REFERENCES**

- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, K., Holling, C. S., Jansson, B., Levin, S., Maler, K., Perrings, C., Pimentel, D. (1995): Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological Economics*, Volume 15. Issue 2. pp. 91–95.
- Augiseau V.–Barles S. (2017): Studying construction materials flows and stock: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 123. August, pp. 153–164.
- Ayres, U. R.–Ayres, L. W. (2001): *Handbook of Industrial Ecology*. Edward Elgar, Cheltenham – Northampton, 701. old.
- Baccini, P., Brunner, H. P. (2012): *Metabolism of the Anthroposphere: Analysis, evaluation, design*. The MIT Press. London. pp. 20–23.
- Barbier, E. B. (1997): Introduction to the environmental Kuznets curve special issue. *Environment and Development Economics*. Volume 2. Issue 4. pp. 369–381.
- Behrens, A., Giljum, S., Kovanda, J., Niza, S. (2007): The material basis of the global economy, *Ecological Economics* Vol. 64, Issue 2, December 2007, pp. 444–453.
- Dinda S. (2004): Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*. Volume 49. Issue 4. August, pp. 431–455.
- Dittrich M., Bringezu S., Schütz H. (2012): The physical dimension of international trade, part 2: Indirect global resource flows between 1962 and 2005. *Ecological Economics*, Vol. 79. July, pp 32–43.
- Dombi J., Málovics Gy. (2015): A növekedésen túl – egy új irányzat hozzájárulása a fenntarthatósági vitához. *Közgazdasági Szemle*, 62. évf., 2015. február pp. 200–221.; Karczagi-Kováts A. (2015).
- Dombi, Mihály (2018): Modeling the material stock of manufactured capital with production function. *RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING* 138. pp. 207–214., 8 p. (2018); Karczagi-Kováts A. (2017); Karczagi-Kováts A. (2015).
- Gazley, I., Bhuvanendran, D. (2005): Trends in UK material flows between 1970 and 2003. *Economic Trends* 619. June 2005, pp. 39–47.
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B. (1991) *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*, National Bureau of Economic Research Working Paper 3914, NBER, Cambridge MA. pp. 2–15.
- Haas, J., Furberg, D., Ban, Y. (2015): Satellite monitoring of urbanization and environmental impacts – A comparison of Stockholm and Sanghai. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. Volume 38. June, pp. 138–149.
- Harangózó Gábor, Marjainé Szerényi Zsuzsanna (2014): Mennyit ér a zajterhelés csökkenése? Zajvédelmi intézkedések értékelése a haszonértékelések átvitelével. *Közgazdasági Szemle* 61:1, 68–91.
- Kander, A., Jiborn, M., Moran, D. D., Wiedmann, T. O. (2015): National greenhouse-gas accounting for effective climate policy on international trade. *Nature Climate Change*. Volume 5. March, pp. 431–435.; Karczagi-Kováts A. (2008).



- Kerekes S. (2007): A környezetgazdaságtan alapjai. Aula Kiadó, Budapest, pp. 48–54., ISBN 978-963-9698-25-3
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K., Haberl, H., Fischer-Kowalski, M. (2009): Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, Volume 68. Issue 10. May, pp. 2696–2705.
- Krausmann, F., Pichler, M., Schaffartzik, A., Haberl, H., Görg, C. (2017): Drivers of society-nature relations in the Anthropocene and their implications for sustainability transformations. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Volumes 26–27. June, pp. 32–36.
- Panayotou, T. (1993): Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. ILO Working Papers. Technology and Employment Programme. Geneva.
- Panayotou, T. (1995): Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. ILO Working Papers. Technology and Employment Programme. Geneva.
- Pauliuk S., Müller D. (2014): The role of in-use stocks in the social metabolism and in climate change mitigation. *Globan Environmental Change*, Volume 24. January, pp. 132–142.
- Peters, G. P., Hertwich, E. G. (2006): Pollution embodied in trade: The Norwegian case. *Global Environmental Change*. Volume 16. Issue 4. October, pp. 379–387.
- Pintér T. (2015): Integrált városfejlesztés az Európai Unió keleti és nyugati tagállamaiban – Románia és Németország esete. *Journal of Central European Green Innovation.*, 3. évf., 2. szám, pp. 123–136.
- Schepelmann, Ph., Schütz, H., Bringezu, S. (2006): Assessment of the EU Thematic Strategy on the Sustainable Use of natural Resources, European Parliament. September 2006, (IP/A/ENVI/FWC/2006-99) 37. p.
- Schiller, G., Müller, F., Ortlepp, R. (2017): Mapping the anthropogenic stock in Germany: Metabolic evidence for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 123. August, pp. 93–107.
- Selden, T. M., Song, D. (1994): Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*. Volume 27. Issue 2. September, pp. 147–162.
- Stern, D. I. (2015): The environmental Kuznets curve after 25 years, *Journal of Bioeconomics*. Volume 19. Issue 1. August, pp. 7–28.
- Szigeti, C., Tóth, G., Szabó, D. R. (2017): Decoupling – shifts in ecological footprint intensity of nations in the last decade. *Ecological Indicators*, 72., 111–117. <http://doi.org/f9xb5x>