

**KEREKES Sándor,**  
**emeritus professzor**  
**Budapesti Corvinus Egyetem**

**emeritus professor**  
**Corvinus University of Budapest**  
 email: sandor.kerekes@uni-corvinus.hu

**A KÖRNYEZETGAZDASÁGTAN ÉS A REGRESSZIÓS  
 DISZKONTINUITÁS.  
 A KLÍMAGAZDASÁGTAN SZÍNE ÉS VISSZÁJA.**

**ENVIRONMENTAL ECONOMICS AND REGRESSIVE  
 DISCONTINUITY  
 THE TWO SIDES OF CLIMATE ECONOMICS**

**ABSTRACT**

Climate change has become common talk, one visible sign of it is how significantly green parties gained strength across Europe. Few people deny anymore the fact of climate change, but opinions vary greatly about how to solve the problem. Economics, even practitioners discuss the problem, and provide new ideas to the growing academic literature on the subject. At long last climate change and the energy problem has reached the threshold of public awareness. Just as renewable energy, climate economics has now become a mainstream topic. While I find it important that in 2018 a climate economist, William Nordhaus, was awarded the Nobel Prize, my joy is not cloudless. The results of Nordhaus' DICE model and the 1,5 C° aim of the U.N. are completely out of touch with each another. The current paper examines this entire issue.

**Kulcsszavak:** William Nordhaus, klímaváltozás, fenntartható fejlődés, közgazdaságtan, DICE modell

**Keynotes:** William Nordhaus, climate change, sustainable development, economics, DICE model

**Bevezetés**

A klímaváltozás a közbeszéd részévé vált, látható jelei következtében a zöld pártok jelentősen megerősödtek Európában. A klímaváltozás tényét egyre kevesebben

tagadják, de nagyon megoszlanak a vélemények arról, hogyan kellene kezelni a problémát, sőt sokak szerint értelmetlen bármely erőfeszítés, hiszen a következő ötven évre a jelen erőfeszítéseink alig lennének hatással. A közgazdaságtudomány, sőt gyakorlati szakemberek is vissza-vissza térnek a problémához, és új fejezetekkel gazdagítják a téma szakirodalmát. Az akadémiai világban az egyik visszatérő probléma a pottyautasság feloldása, a másik a kívánatos mértékű társadalmi diszkontinuitás kérdése. A gazdasági szakemberek ennél már tovább jutottak. A Bank of England kormányzója Mark Carney azzal riogatja a gazdasági befektetőket, hogy vagyontok jelentős része elértéktelenedik, mert a fosszilis energiahordozók nagy részét nem szabad elégetni, ha teljesíteni akarjuk a klímapolitikai célokat. (2015. szeptember 19. Financial Times Pilita Clark)

Becslések szerint a légkör CO<sub>2</sub> elnyelő képessége (kb 230 Gt szén) körülbelül ötvenede annak a szénmennyiségnek, ami kibányászható volna (12 000 Gt szén). (Ottmar Edenhofer, 2013)

A befektetők azonnal reagáltak, Mr Carney jobb, ha megmarad a saját mandátumánál. A szénpolitika, a kormányzat és a törvényhozás dolga és nem a bank of England kormányzójé. (2015. október 5. Financial Times Madison Marriage, Richard Slovin-Bradford)

A klímaváltozás és az energiaprobléma végre elérte a gazdasági közgondolkodás ingerküszöbét. Miként a megújuló energia, a klímagazdaságtan is mainstreammá vált. A címet magyarázva, győzelemnek tekintem, hogy 2018-ban végre egy klímaközgazdász, William Nordhaus kapott Nobel díjat, de örömmünk nem lehet felhőtlen. A Nordhaus féle DICE modell eredményei és az ENSZ által kitűzött 1,5 C°-os cél köszönőviszonyban sincsenek. A „magas” tudomány birkózik a feladattal, de vannak problémák, amelyek megoldása másfajta gondolkodásmódot igényelne.

### **A tudományos elismerés és a társadalmi hasznosság ellentmondása**

1992-ben a közgazdasági Nobel díjak körül kirobbant vitában Stiglitz egy interjúban meglepő állítással állt elő: „a 90-es évek öt chicagói Nobel-díjasának munkáiban nincs olyan megállapítás, ami áttörő jelentőségű volna bármely alapvető tekintetben.” [Joseph Stiglitz interjú International Herald Tribune Cohen, 1992). Stiglitz arra próbált rámutatni, hogy a közgazdasági Nobel díjasok nem azzal foglalkoznak, hogyan lehetne megmenteni a Földet a szegénységtől, az analfabetizmustól vagy éppen a környezetpusztítástól, hanem olyan dolgokkal, amik legfeljebb a pénzvilág számára érdekesek. A vitában pozitív példaként merült fel Ken Galbraith (J. K. Galbraith, 1958) neve, aki számos, a világ gondjaival foglalkozó művet publikált, köztük 1958-ban a „*The Affluent Society*”-t. Galbraith a könyvben arról írt, hogy a háború utáni Amerikában hogyan válik gazdaggá a magán szektor, és hogyan szegényedik el a közsféra. Galbraith magát pragmatikusnak tartotta: "Ahol a piac működik, én kiállok érte. Ahol szükség van az

állami beavatkozásra, én amellet vagyok. Kétkedem azokban, akik kijelentik, én támogatom a privatizációt, vagy akik azt mondják, hogy mélyen hisznek a társadalmi tulajdonban.” A világ közgondolkodását meghatározó, máig érvényes műveket alkotott Galbraith. Közülük néhány például az Új ipari állam, magyarul is megjelent. (John Kenneth Galbraith, 1970) Kenneth Galbraith sem jelölték Nobel díjra. Nem tudni, hogy Stiglitz kritikája hatott, vagy más az oka, de Amartya Sen 1998-ban, Stiglitz 2001-ben megkapta a közgazdasági Nobel díjat, és a múlt évben 2018-ban ismét annak örülhetünk, hogy megint olyan közgazdász kapott Nobel díjat, aki az emberiség égető problémáinak egyikével, a klímaváltozással foglalkozik.

### A klímagazdaságtan színe és visszája

A Svéd Központi Bank Alfred Nobel Közgazdaságtudományi Emlékdíját 2018-ban két amerikai közgazdász William D. Nordhaus és Paul M. Romer kapta. Közülük William D. Nordhaus a környezetgazdaságtan egyik klasszikusának tekinthető. Kutatásai középpontjában a társadalom és a természet kölcsönhatásai állnak. A témával az 1970-es években kezdett foglalkozni, amikor a fosszilis energiahordozók felmelegedést okozó hatása először merült fel a tudományos közbeszédben. 1994-ben jelent meg Nordhaus (W. D. Nordhaus, 1994) könyve: *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change* címmel. Nordhaus DICE (Dinamic Integrated Climate-Economy Model) modelljének első változata az energiagazdasággal foglalkozott 1977-ben, és 1991-re készült el az a változat, aminek egyik legfrissebb változatát 2016-ban friss adatokkal is lefuttatták. A modellt napjainkban széles körben alkalmazzák klímapolitikai intézkedések, mint például a szénadó hatásainak a vizsgálatára is. Van tehát egy közgazdász, aki azért kapott Nobel díjat, mert életét a klímagazdaságtan megalapozásának szentelte. Az akadémiai világ ezzel hivatalosan elismeri, hogy a klímaváltozás létezik, és elismeri azt is, hogy a közgazdaságtannak vannak olyan új irányjai, amelyek a természet- gazdaság-társadalom viszonyát vizsgálják, és ezek fontos új ismeretekkel gazdagítják a közgazdaságtudományt. Heuréka!

Felhőtlen örömünk nem tathatott sokáig. Az Egyesült Államokban a szén-adókat ellenző lobby azonnal reagált a hírré. Robert P. Murphy (Murphy, 2019) megállapítja: „Azon a napon, amikor a Nobel díjat bejelentették, az UN IPCC megjelentette speciális jelentését, amiben különféle lépéseknek a megtételét javasolja a világ kormányainak, annak érdekében, hogy az emberiség elkerülhesse, hogy a kumulált globális felmelegedés 1,5 C° fölé menjen. A média a két eseményt egymás kiegészítéseként interpretálta. Valójában, a két esemény inkompatibilis mondja Murphy. Bár Nordhaus a klímaváltozás lassítását szolgáló szénadó alkalmazásának a pártján áll, éppen az Ő modellje mutatja meg, hogy az ENSZ által kitűzött cél az emberiséget szegényebbé tenné annál, mintha semmit sem tenne a klímaváltozást illetően.”

### 1. Táblázat: A klímapolitika jóléti következményei W. Nordhaus szerint

Klímapolitika	A diszkontált jelenérték eltérése a nincs beavatkozás esettől	A környezeti károk diszkontált jelenértéke	A szennyezés-elhárítási költségek diszkontált jelenértéke	A károk és költségek összege
Nincs beavatkozás, bázis	0,00	22,55	0,04	22,59
Optimális adó	3,07	17,31	2,20	19,52
A CO <sub>2</sub> koncentráció Nem haladja meg az 560 ppm-et	2,67	15,97	3,95	19,92
Stern jelentés diszkontálása	-14,18	9,02	27,74	36,77
A hőmérsékletemelkedés határa 1,5 Co	-14,44	9,95	27,08	37,03
A CO <sub>2</sub> koncentráció Nem haladja meg az 420 ppm-et	-14,60	9,95	27,24	37,19

*Forrás:* A szerző szerkesztése Nordhaus (2017) alapján

Murphy szerint Nordhaus és mások modelljeit inkább annak bizonyítására használhatnánk, hogy az 1,5 C°-os cél elérése elképzelhetetlen mértékben terhelné meg az emberiséget. Ez lehet az oka annak, hogy az ENSZ dokumentum meg sem kísérli költség-haszon elemzéssel alátámasztani javaslatait. Az ENSZ dokumentum az 1,5 C°-os célt politikai kényszerként kezeli, és az ennek elérését leginkább szolgáló eszközök mellett és ellen sorol fel érveket, mellőzve a költség-haszon elemzés módszereit.

Nordhaus (W. D. Nordhaus, 2017) híres modelljét 2016-ban újra futtatta, a számok változtak, de az üzenetek nem. Nyilván nem a szénadóval van a probléma, a szénadó jó, de nem elég hatásos. A közgazdasági gondolkodás elvileg nem tud mit kezdeni a klímaváltozással. Léteznek modellek, amikkel kiszámíthatjuk, hogy mennyi a szén társadalmi költsége (Social Cost of Carbon), de a modellek eltérő számokhoz vezetnek. Mindegyik modell nagyon érzékeny arra, hogy milyen társadalmi diszkontrátát választ a „szakértő” közgazdász/diplomata? A magas diszkont lábak „felértékelik” a közeljövő történéseit. A furcsa ellentmondás az, hogy a klímaváltozás kedvezőtlen következményei nem a közeli jövőben lesznek elviselhetetlenek. 7% körüli vagy afeletti diszkontlábnál a „szén társadalmi költsége” „0” közeli értéknek adódna, ha ki mernénk számítani, sőt lehet, hogy negatív értéket kapnánk. Egyes 2008-ban elvégzett számítások szerint, 3%-os diszkontlábbal 2015-ben minden kibocsátott tonna szén 36 dollárba került volna. Ha a diszkontláb

2,5% akkor az SCC 56 \$/tonna kellett volna, hogy legyen, de ha 5%, akkor csak 11 \$/tonna lett volna. 2015 már elmúlt és persze egyik érték sem állt elő a gyakorlatban. Mint látjuk, a hagyományos közgazdasági gondolkodással nem jutottunk túl messzire. Írhatunk esetleg néhány bekezdést arról, hogy milyen volna a kívánatos társadalmi diszkontláb, de ennek körülbelül annyi értelme, mint azoknak a gazdaságpolitikai vitáknak, amelyeket a kormány növekedési prognózisa visszatérően kivált. A „tudósok” tudják, amit nem tudhatnak előre, hogy legalább fél-egy százalékkal kisebb lesz a gazdasági növekedés, mint amit a kormány prognosztizál.

Bajba kerülünk, ha azt várjuk a közgazdaságtudománytól, hogy megmondja, mit tegyünk a világgal, és most a világot tágan értelmezhetjük. A természetet a természet törvényei uralják, de az élő természetet illetően alig tudjuk megmondani, hogy ez mit jelent. A társadalom a kapcsolatok hálózatát jelenti, ennek működéséről is csak sejtéseink vannak. Miért pont a közgazdaságtan lógna ki a sorból, és adna egyértelmű válaszokat a feltett kérdésekre. Baj volna, ha elhinnénk, hogy a modellek a társadalmi jólétet képesek maximálni. Ha az elosztási viszonyok egyenletesebbek, akkor talán, ha nem, akkor hiába gondoljuk, hogy tízezer dollár per fő felett már nem szabadna, hogy létezzen az analfabetizmus, és mindenkinek hozzá kellene jutni az egészséges ivóvízhez is. A modellek és az átlagok sok mindent segítenek megmutatni és megérteni, de meghagyják a felelősségünket a döntéseinkért. Nordhaus modellje is a probléma megértését segíti, de nem dönthet helyettünk. Csak a felelőtlen ostobák gondolhatják, hogy ha az jött ki a modellből, hogy „nem éri” meg az emberiségnek, az az erőfeszítés, amivel Föld átlaghőmérsékletének emelkedését a kritikusnak tekintett 1,5 Celsius fokos határon belül tartjuk, akkor nincs gondunk a problémával. Mint láttuk a modell „eredménye” a választott diszkontlábban múlik. A diszkontlábát meg aszerint választjuk, hogy mennyire mohó az emberiségnek a leggazdagabb töredéke. Mohóság, uzsora és még sorolhatnám azokat a negatív konnotációval rendelkező kifejezéseket, amik a közgazdasági gondolkodást áthatják. Ne legyünk mohók és ne akarjunk csak a következő hús évre gondolni. Legyünk nagylelkűek a jövő generációk iránt és hozzuk meg a szükséges áldozatot ükunokáink ükunokáinak a jövőjéért is.

Weitzman, akit szintén jelöltek a 2018. évi Nobel díjra, szintén fontosnak tartja a „potyautas” probléma megoldását, de Ő a mennyiségi szabályozás helyett az „ár” szabályozásban látja a megoldást. (Weitzman, 2014) Amennyiben a résztvevők elkötelezik magukat egy megfelelő mértékű szénár mellett, amit adóztatással hoznak létre és az adót az egyes országok maguk szedik be. Az adót a kormányok használják fel a céljaik elérése érdekében, ezáltal a „potyautasság” problémája inkább megoldódik, mintha a felek a mennyiségi szabályozás melletti elkötelezettséget választják. (Weitzman, 2015a) Weitzmannt egy 1974-ben megjelent cikke –(Prices vs quantities) tette világszerte ismertté a környezetgazdaságtannal foglalkozó kutatók között. (Weitzman, 1974) Weitzman a közjavak megfelelő értékelése érdekében javasolja a csökkenő diszkontláb használatát is. (Weitzman, 1998) (Weitzman, 2014)

Weitzman javaslatát természetesen az üzleti világ képviselői még jobban támadják, mint Nordhaus javaslatát. Nordhaus (W. Nordhaus, 2007) szerint a Stern jelentésben alkalmazott diszkontláb (0% körüli) irreális közgazdasági szempontból, és szerinte a Párizsi klíma egyezmény végrehajtása is túl nagy terhet róna a gazdaságra és indokolatlanul csökkentené a jólétet. A Weitzman féle javaslat viszont mindenkit érintene. Weitzman (Weitzman, 2017) a World Climate Assembly-t javasolja, míg Nordhaus a Climate Club-ot. (W. Nordhaus, 2015) A kettő közti lényegi különbség, hogy a Climate Club a nagy kibocsátó országok klubja, míg Weitzman World Climate Assembly-je egy demokratikus, többségi szavazáson alapuló közakarat megtestesítője, amelyik az „Én megteszem, ha te is megteszed!” logikáján alapul. A két megoldás rokon, de mégis nagyon különbözik. Szemben a Kiotói megállapodással, ami felülről-lefelé haladva határozta meg a csökkentés mennyiségét a fejlett és a fejlődő országokra külön, a párizsi megállapodás alulról felfelé haladva, de szintén kibocsátás-csökkentési mennyiségeket határoz meg önkéntes vállalásokként. A Weitzman (Weitzman, 2015b) féle javaslat alulról felfelé, de nem mennyiségeket, hanem karbon ár minimumokat akar meghatározni, kvázi „népszavazással”. A népesség szám szerinti súlyokkal, mindenkinek van egy szavazata, és a többség szavazata a meghatározó. Weitzman azt állítja, hogy miután a befolyó adó az adott országokban maradna, az államok, akik a saját országukban a közjó letéteményesei, saját érdeküknek megfelelően behajtanák az adót, és ezáltal nagyrészt internalizálnák, a széndioxid kibocsátásból származó externáliát. Mindenkinek érdeke volna a magasabb árat fizetni, mert azáltal, hogy a másik is fizet, mindenkinek a haszna nőne. Nekem ez olyannak tűnik, mint egy bomlasztó innováció. Nincs szükség a sok ENSZ bürokráciára, ellenőrökre és egyéb hivatalnokokra. Megállapodunk egy minimális szénárban és mindenki teszi a magáét. A kormányok szeretik behajtani az adót, ha maguk költhetik el. Meglepődnék, ha Weitzman is megkapná a Nobel díjat. És ez nem azt jelenti, hogy Nordhaus nem érdemelte meg a Nobel díjat, jobb, ha emlékszünk rá, hogy generációk, a kiváló Samuelson-Nordhaus (Samuelson & Nordhaus, 1987) könyvből tanulták meg a közgazdaságtant már amennyire az lehetséges!

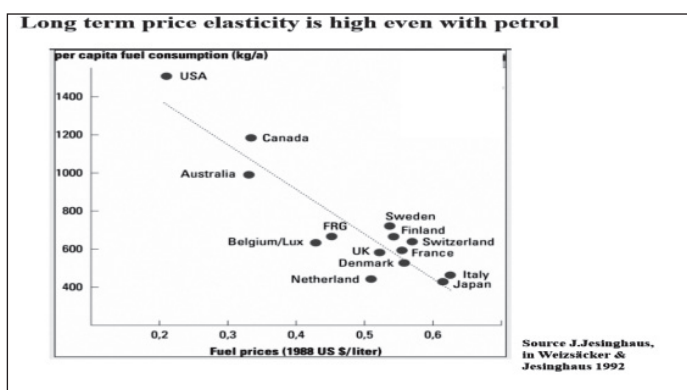
Az alábbi táblázat három kiváló közgazdász: Stern, Nordhaus és Weitzman álláspontját szemlélteti tömören. Önkényesen emelek ki egy-egy gondolatot a méltán világhírű szerzők életművéből. Nyilván egyikük sem vállalná ezt az explicit leegyszerűsítést.

A szaktekintély	A szaktekintély fő üzenete
William Nordhaus	Ne kapkodjunk a globális felmelegedés lelassításával, mert nem akarjuk feláldozni a növekedést
Nicholas Stern	A diszkontálás értékes a marginális projektek értékelésére, de alkalmatlan a nem marginális fejlődési utak, mint a klímaváltozás összehasonlítására. Aki csak egy kicsit is aggódik a jövő generációkért, annak egy kicsit aggódnia kell a klímaváltozásért is.
Martin Weitzman	A „világ klíma közgyűlése” egy univerzális ár-alapú nemzetközi tárgyalás vagy szavazási mechanizmus, ami elűzheti a potyautas magatartást a klímaváltozási problémából, megerősítve az „Én is teszek valamit, ha te is teszel”.

## Az energiadók és a jószándékú tévedések!

A közgazdászok Pigou híres, 1920-ban megjelent műve óta keresik a szennyezés optimális szintjét előállító adó nagyságát. Jó lenne igazolni, hogy az adó nemcsak az externáliát internalizálja, hanem hatékony is. A gazdasági eszközök alkalmazása elméleti szempontból máig viták tárgyát képezi. (Kocsis, 1998) Érthető, ha kiváló tudósok keresik a tudományos evidenciát a szénadó bevezetésére, és azon sem csodálkozhatunk, hogy éppen az 1992-es Riói konferencia idején, -amint az alábbi ábra állítólag mutatja- megtalálták.

### 1. ábra: Hosszú távra még az üzemanyagokra is magas az árrugalmasság



Forrás: von Weizsäcker és mtsai., 1992

A szerzők (von Weizsäcker és mtsai., 1992) azt akarják bizonyítani, hogy ha magasabbak az üzemanyagárak, akkor kisebb az egy főre jutó üzemanyag fogyasztás. Az ábra jól mutatja, hogy az USA-ban olcsó az üzemanyag, és magas az egy főre jutó fogyasztás, míg Japánban drága és ott még alacsony az egy lakosra jutó fogyasztás. Minden környezetgazdász vágya, hogy ilyen látványos összefüggéseket találjon. Aki meg akarja találni, az megtalálja, csak ügyesen kell összeválogatni az országokat. A szerzők nem kevesebbet állítanak a fenti adatokra támaszkodva, mint azt, hogy hosszú távon még az üzemanyagok árrugalmassága is magas. Ez már az eredeti gondolat kiterjesztésének számít, hiszen a táblázatban szereplő országok mindegyike a gazdag országok közé tartozik, így semmi sem utal a hosszú távra, ha csak az nem, hogy az adatokat 1988-as USD értékre standardizálták. Ezek a számok azonban a feltételezett összefüggés létezését nem bizonyítják. Vannak kissé meggyőzőbb, de távolról sem egyértelmű számítások is, amelyek az országok szélesebb körére kiterjedő vizsgálat alapján -0,2 és -0,5 közötti árrugalmassági együtthatókról is beszélnek. (Burke & Nishitatenó, 2013) Mások módszertani ajánlásokat dolgoznak ki a klímaváltozás hatásainak hatékony

kezelésére:(Zilahy és mtsai., 2000) (Schaltegger & Csutora, 2012) Tanulmányok foglalkoznak a megújuló energia hasznosításának hatásaival.(Titov, Szabó, & Kovács, é. n.,2018 ) (Csuvár, 2017)

Térjünk vissza ábránkhoz és nézzük mi történik, ha viszonylag friss adatokkal töltjük fel a táblázatot? A 2. ábrához jutunk, amelynél az 1. táblázat adatai alapján a biztonság kedvéért kiszámítottuk a regressziós egyenest, és a hozzá tartozó determinációs együtthatót is.

**2. táblázat: Az egy főre jutó üzemanyag-fogyasztás és az üzemanyagárak értékei valamint autósűrűség néhány országban 2016-ban.**

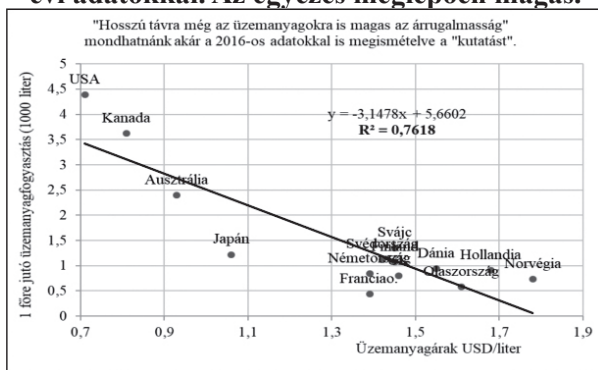
Országok	Üzemanyagár/liter US dollár	Fogyasztás 1000 l/fő	Autók száma/ 1000 főre
Kanada	0,81	3,62	372
USA	0,71	4,39	451
Ausztrália	0,93	2,4	545
Japán	1,06	1,22	325
Lengyelország	1,07	0,37	382
Magyarország	1,18	0,47	300
Svájc	1,45	1,35	524
Egyesült Királyság	1,46	0,8	463
Németország	1,39	0,84	566
Olaszország	1,61	0,58	601
Hollandia	1,68	0,91	441
Lettország	1,16	0,4	398
Észtország	1,14	0,7	390
Finnország	1,45	1,07	482
Franciaország	1,39	0,44	498
Görögország	1,54	0,97	429
Csehország	1,17	0,58	414
Dánia	1,55	0,94	370
Málta	1,36	0,65	498
Norvégia	1,78	0,73	458
Románia	1,16	0,25	156
Oroszország	0,59	0,91	206
Spanyolország	1,26	0,39	485
Svédország	1,42	1,12	465

*Forrás: A szerző saját szerkesztése*



A természettudományoknál szokás, hogy a kísérletet független laboratóriumok újra elvégzik, és ha ugyanaz az eredmény reprodukálható, akkor elfogadják az új tudományos eredményt. A társadalomtudományban az eredmények reprodukálhatósága nem ennyire szigorú kritérium, de azért nem ártana, ha valami hasonló eredményre jutnánk, mint amire jutottak az 1. ábra létrehozói. Ismételjük meg a „kísérletet” a fenti 2016.-os statisztikai adatokat tartalmazó táblázat adataival és lássuk, mire megyünk a statisztikával. Ha azokat az országokat hagyjuk a mintában, amelyek a szerzők eredeti cikkében is szerepeltek, az eredmény meggyőzőnek látszik. A determinációs együttható  $R^2 = 0,76$  alapján akár azt is mondhatnánk, hogy a kapcsolat erős.

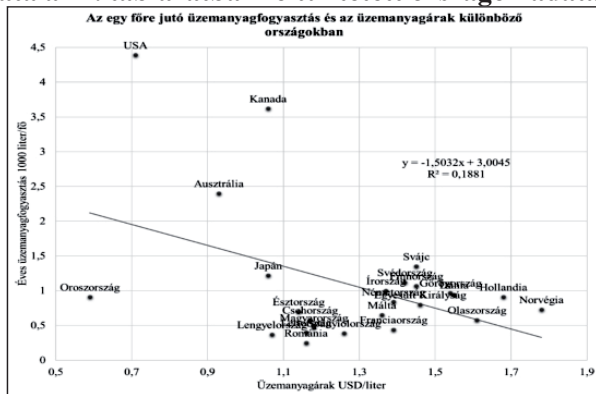
**2. ábra: Az 1992-es elemzés megismétlése ugyanazon országokkal, de 2016. évi adatokkal. Az egyezés meglepően magas.**



Forrás: A szerző saját szerkesztése

Mi történik, ha kibővítjük a vizsgált országok körét? Ez a statisztikában általában segíteni szokott, de mi most bajba jutunk.

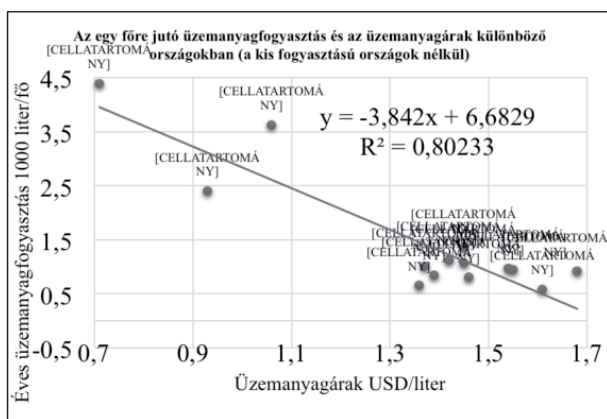
**3. ábra: Az üzemanyagárak és az egy főre jutó üzemanyag fogyasztás „kapcsolata az 1. táblázatban feltüntetett országok adatai alapján.**



Forrás: A szerző saját szerkesztése

A 3. ábrán a regressziós egyenes lefutása hasonlít az eredetihez, de csak igen gyenge negatív kapcsolat feltételezhető, ha drágább az üzemanyag, az egy főre jutó fogyasztás alacsonyabbnak látszik. A determinációs együttható nem meggyőző, értéke csak 0,18. Lehet, hogy túl sok országot vettünk be a mintába? Biztosan, mert alig férnek el az ábrán az ország-nevek. A szakmai megfontolások szerint a nagyobb elemszámú mintának növelni kellene az összefüggés megalapozottságát. Nekünk azonban a determinációs együttható értékét kellene növelnünk, de hogyan? Ez piciny statisztikai gyakorlattal könnyen elérhető. Ha kihagyjuk néhány ország adatait, például a kis egy főre jutó fogyasztású országokét, a helyzet mintha javulna. A determinációs együttható értéke már-már lenyűgöző:  $R^2=0,80$  ez már egyértelműen bizonyítani látszik a keresett összefüggést, amennyiben magasak az üzemanyagárak, akkor alacsony az egy főre jutó üzemanyag-fogyasztás. Ez eddig rendben is volna, hiszen eredményünk ismét összhangban van a Faktor 4 kötetben is megjelent és a környezetvédő barátaink által nagyon kedvelt „tudományos evidenciával”.

#### 4. ábra: Az egy főre jutó üzemanyagfogyasztás és az üzemanyagárak kapcsolata különböző országok 2016. évi adatai alapján (a kis fogyasztású országok nélkül)



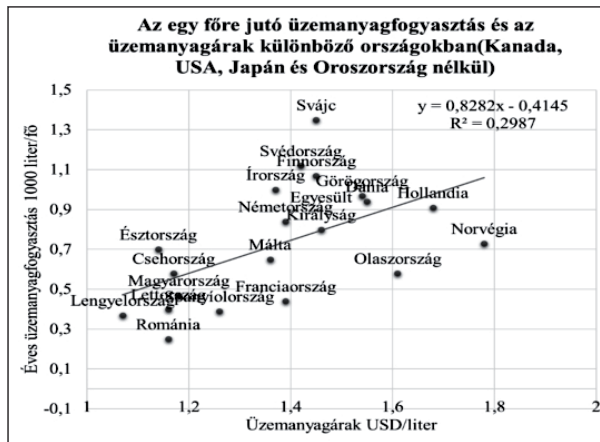
Forrás: A szerző saját szerkesztése

Felbátorodva sikerünkön, tovább folytathatjuk a próbálkozásokat. Mi történik, ha kihagyjuk a táblázatból a láthatóan igen magas egy főre jutó fogyasztással rendelkező országokat, nevezetesen Kanadát, Ausztráliát, Japánt és Oroszországot is. Maradjanak az európai országok, ami logikailag is indokolható.

Világosan látszik, hogy amennyiben az Egyesült Államokat, Kanadát és Ausztráliát, vagyis a máig ritkán lakott Újvilágot, kivesszük a táblázatból, marad nekünk Európa, és egy jelentéktelen 0,29 -es determinációs együttható. Megváltozott viszont a regressziós egyenes hajlásszöge, mintha ezekben az országokban a drágább üzem-

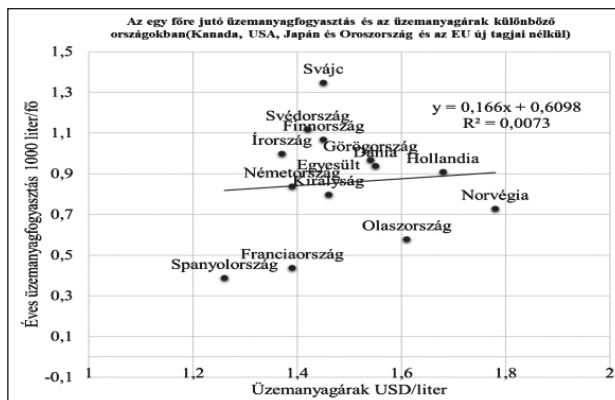
anyagból fejeként többet fogyasztanak. Az 5. ábrán pont az ellenkezője látszik annak, mint amit reméltünk. A determinációs együttható ugyan nagyon alacsony, de az „összefüggés” pont az ellenkezője annak, mint amit eddig bizonyítottunk láttunk.

**5. ábra: Az egy főre jutó üzemanyagfogyasztás és az üzemanyagárak kapcsolata különböző országok 2016. évi adatai alapján (a nagy egy főre jutó fogyasztású országok nélkül)**



Forrás: A szerző saját szerkesztése

**6. ábra: Az egy főre jutó üzemanyagfogyasztás és az üzemanyagárak kapcsolata különböző országok 2016. évi adatai alapján (a nagy egy főre jutó országok, és az EU új tagjai nélkül)**



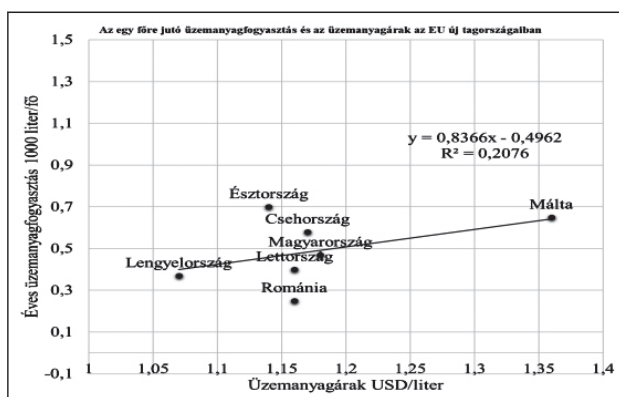
Forrás: A szerző saját szerkesztése

Ez eléggé elkésztő, de tovább folytathatjuk a próbálkozást. Gondolhatjuk, hogy az lehet a baj, hogy az EU-hoz újonnan csatlakozott országok, elrontják a képet, és elfedik a hagyományos piacgazdasági összefüggéseket. Nézzük meg mintánkat az EU új tagjai nélkül is. (6. ábra)

A kép tisztulni látszik, de a determinációs együttható azt mutatja, hogy nincs semmilyen összefüggés az árak és az egy főre jutó fogyasztás között. Ez a közgazdasági elmélettel összhangban van, hiszen jól tudjuk, hogy az üzemanyagok árugalmassága, miként a kenyéré is, igen alacsony, gyakorlatilag nulla.

Az talán már mindenki számára világos, hogy amit eddig csináltunk, az minden csak nem tudomány. Ha belekezdünk, azért fejezzük be, és nézzük meg mit kapunk az EU új tagjai esetén? (7. ábra) A helyzet még rosszabb, mint az előző esetben, mert inkább az látszik, hogy ahol drágább az üzemanyag, ott többet fogyasztanak belőle. Ezekre az alacsony  $R^2$ -re természetesen egy statisztikus legfeljebb vállat vonna, és semmiféle kapcsolatról sem tenne említést.

**7. ábra: Az egy főre jutó üzemanyagfogyasztás és az üzemanyagárak kapcsolata az EU új tagállamainak 2016. évi adatai alapján**



*Forrás: A szerző saját szerkesztése*

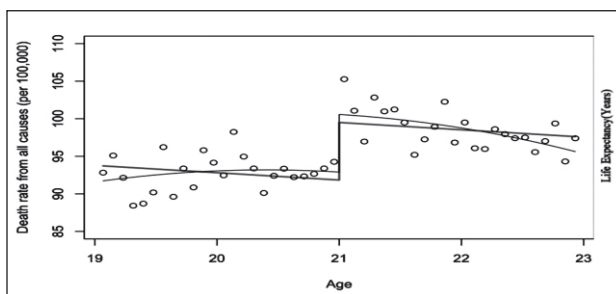
### Az a fránya regressziós diszkontinuitás

Hol követték el a hibát az eredeti „összefüggés” feltalálói? Szerették volna bizonyítani, hogy Pigou nyomán érdemes volna megadóztatni a környezetre ártalmas tevékenységeket. Ebben nyilván igazuk is van. Ez a vágyuk összhangban van a Nobel díjas Nordhaus javaslatával is. Az 1. és 2. ábrával az a baj, hogy az adatok ránézésre is legalább két csoportra szakadnak. Az USA, Kanada és Ausztrália nagyon kilóg a mezőnyből. Nemcsak azért, mert mindegyikben olcsó az üzemanyag, és igen magas az 1000 lakosra jutó autósűrűség, hanem azért is, mert mindegyik igen nagy területű ország, és viszonylag alacsony a népsűrűségük, és általa-

ban gyengén fejlett a közösségi közlekedésük is. Az eredeti 1992. évi és a 2016-os adatok is alkalmatlanok annak az összefüggésnek a bizonyítására, amivel a szerzők próbálkoztak. Az adatok ránézésre is mutatják a regressziós diszkontinuitás jelenségét, de nem bizonyítanak oksági összefüggést az üzemanyagárak és az egy főre jutó fogyasztás között.

A matematikusok regressziós diszkontinuitásnak hívják az ilyen jelenséget (Angrist & Pischke, 2014)(p 150). Angrist és Pischke az amerikai fiatalok életkorát, és elhalálozásuk gyakoriságát vizsgálva azt tapasztalták, hogy 21 éves korban (a születésnapkor) többen halnak meg, mint akár a 20., akár a 22. születésnapkor. (8. ábra) Önként adódik, az egyébként nem létező összefüggés, hogy az alkohol ivási tilalom törvényi feloldásához köthető a halálozási arányszám jelentős megugrása. Miután a szerzők kiváló matematikusok, nem hagyták magukat félrevezetni az adatok által. A gyakorlatból tudták, hogy a fiatalok Amerikában sem várják ki a törvényben rögzített dátumot, isznak már korábban is, és nemcsak a születésük napján. A részletesebb elemzés kimutatta, hogy a 20-21 év közötti korosztályból kevesebb, mint 95 személy hal meg, míg a 21-22 éves korosztályból minimum 99 fő minden 100 000 fiatalból, az összes halálokot figyelembe véve. Szerencsére 22 év felett már csökkenő tendenciát mutat a halálozási arányszám.

**8. ábra: A halálozási ráta (jobb oldali tengely) a legális alkoholfogyasztás életkori határának (21 év) a környezetében.**



*Forrás: Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2014) p. 175.*

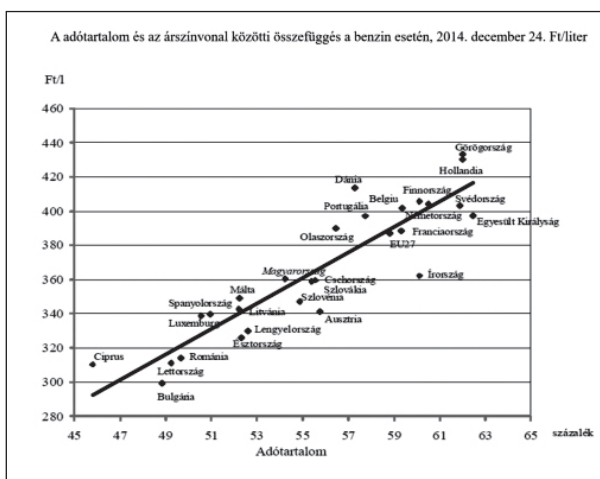
### A hosszú távú árrugalmasság kérdése

Ma már tudjuk, hogy ami az üzemanyagok hosszú távú árrugalmasságát illeti, a szerzőknek valószínűleg igazuk volt. Ezt azonban nem az ábrájuk bizonyítja, hanem az a tény, hogy az első olajárrobbanás óta az autóipar szerkezete teljesen megváltozott. Az európai és a japán autógyártók kisebb fogyasztású autói kiszorították a nagyfogyasztású amerikai autókat, még az USA piacáról is. Az vitathatatlan, hogy ebben az üzemanyagárak emelkedése, és még inkább az üzemanyag hiánytól és áremelkedéstől, a klíma változástól való félelem, és a kormányok erő-

fejlesztései is szerepet játszottak. Természetesen nem hagyhatjuk figyelmen kívül a műszaki haladás hatását sem.

Mindez nem jelenti azt, hogy ne kellene adót kivetni az üzemanyagokra, mint ahogy az Európa legtöbb országban meg is teszik. Sugár András (Sugár, 2011) tanulmánya arra a valós összefüggésre mutat rá, hogy a magasabb adótartalom, magasabb árat eredményez, amint az alábbi ábrán láthatjuk. A Weitzman féle minimális szén ár is egy viszonylag magas energia adót feltételezne. Az üzemanyagárakat figyelembe véve a 420 Ft/literes üzemanyagár nem volna távol a kívánatos minimális „szén ártól”. A szegényebb országokban ez nyilván politikai ellenállásba ütközne, de vannak tapasztalataink, miszerint ez az ellenállás pár év alatt enyhülhetne.

### 9. ábra: Az adótartalom és az üzemanyagárak kapcsolata



*Forrás:* A szerző saját szerkesztése

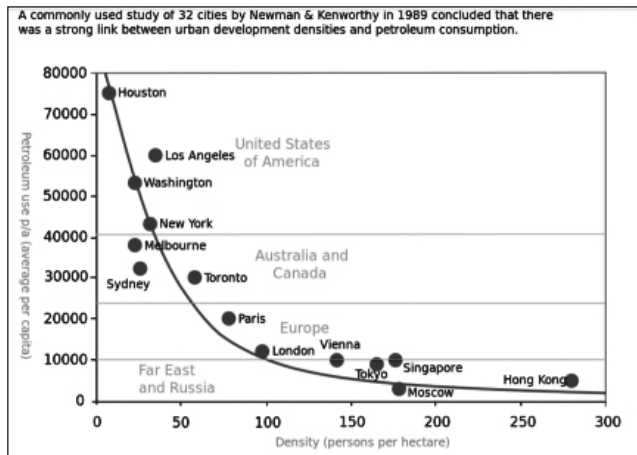
A vizsgált országok közül Hollandiában a legmagasabb az adótartalma az üzemanyagoknak, de mint a 6. ábrából látjuk, Hollandiában, miként a többi gazdag európai országban egy főre jutóan körülbelül 1000 liter üzemanyagot fogyasztottak 2016-ban. Ez azt látszik bizonyítani, hogy az üzemanyagfogyasztásra a jövedelmek jobban hatnak, mint az üzemanyagár vagy az ország mérete és népsűrűsége. Az Egyesült Államokban pedig közel 6000 liter/fő az éves üzemanyag-felhasználás, ez majdnem napi öt gallon, de nem azért, mert olcsó az üzemanyag!

A környezetgazdaságtan másik kedvenc ábrája is terhelte a regressziós diszkontinuitás jelenségével

A szakma még az 1. ábránál is jobban szereti a 10. ábrát, amin az látható, hogy az egy lakosra jutó üzemanyag-felhasználás, és a hektáronkénti lakos-sűrűség kapcsolata jól leírható egy hiperbola szerű görbével. Ilyen ábrák már születtek 1980-

ban is és azóta is újabbak születnek. A „hitelesség” kedvéért, ezt az ábrát sem fordítottam magyarra.

### 10. ábra: A városűrűség a közlekedési energiafelhasználás kapcsolata a világ nagyvárosaiban



Forrás: A szerző saját szerkesztése

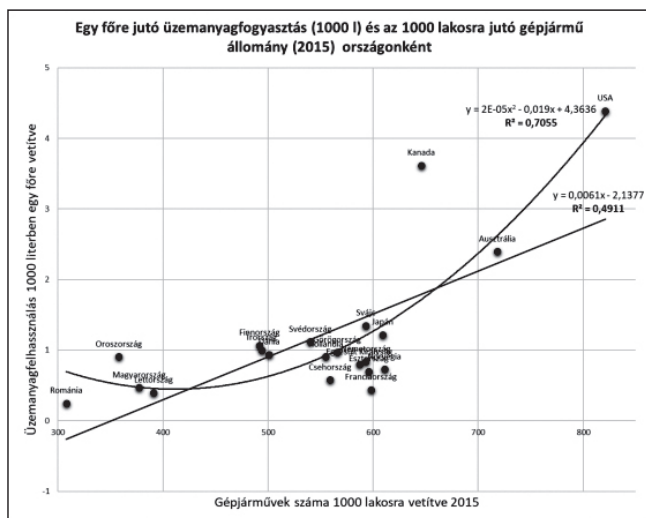
Az előző „tudományos” próbálkozásunk tapasztalatai alapján biztosan állíthatjuk, hogy ez sem azt bizonyítja, amit a szerzők szeretnének. A 10. ábrán látszik, hogy a kisebb lakos-sűrűségű amerikai városokban magas az egy lakosra jutó fogyasztás. Azután jönnek sorban az ausztrál városok, ahol egy kicsit alacsonyabb, de még mindig igen magas az egy főre jutó fogyasztás. Ausztrália területe alig kisebb, mint Amerikáé, de népsűrűsége csak tizede (3) a különben szintén ritkán lakott Egyesült Államoknak (34). A következő klaszter Európai városokból áll. És van egy város, Hong Kong, ami ránézésre is kiugró adatnak (outliernek) tekinthető. Félek, ennek az ábrának sincs sok köze a magas tudományhoz, bár visszatérően megjelenik a szakirodalomban, és különböző előadásokban is. Inkább arról van szó, hogy örülünk, ha valami olyasmi jön ki, amit szeretnénk, ha kijönne. A különféle kontinenseken lévő városok a koordináta rendszerben elkülönült klaszterekben találhatóak. Nincs közöttük keveredés, ezért nem szabadna használni az adatokat a „feltételezett” összefüggés bizonyítására. Itt is látszik a regressziós diszkontinuitás. Majdnem biztosan nem csak azért magas az amerikai városokban az egy lakosra jutó üzemanyag-fogyasztás, mert kicsi bennük a lakos-sűrűség, ez nem zárja ki, hogy a lakos-sűrűségnek is lehet hatása. Nyilván sok más tényező miatt ennyire eltérők az értékek. Az egyik, de nem egyedüli magyarázat, hogy Európában van városi tömegközlekedés, míg az Egyesült Államokban a tömegközlekedés ritka, mint a fekete hattyú.

Sokak számára, a fenti ábrák kritikája tűnhet szakmai fanyalgásnak is, de nem erről van szó. Vannak akik a fenti ábra alapján, eljutnak odáig, hogy a közlekedési, szállítási emissziók csökkentése érdekében célszerű az embereknek sűrűn lakott városokban élni, mert azok fenntarthatóbbak. (Newman & Kenworthy, 1989) Én ennek az ellenkezőjét tanácsolnám inkább az embereknek, mert a fenntartható fejlődésnek van egy társadalmi pillére is, amelyik az életminőségért felelős. A ritkábban lakott városokban általában jobb az emberek életminősége.

Az autósűrűség hatása az egy lakosra jutó üzemanyag-fogyasztásra, ha van neki

Az ember eljátszhat azzal a gondolattal is, hogy talán az 1000 lakosra jutó autósűrűség és az egy főre jutó üzemanyag-fogyasztás közt erős a kapcsolat. A 11. ábrán ezt ábráztuk. A lineáris regressziót mutató determinációs együttható „csak” 0,49, ami nem jelez túl erős kapcsolatot. Ha egy másodfokú polinomot illesztünk a pontokhoz, elérünk egy 0,7 körüli determinációs együtthatót. Elkezdhetjük „gyártani” az elméletet valamilyen paraboláról, hogy ahol kicsi az autósűrűség, ott csak a gazdagoknak van autójuk, akik sokat használják az autót és emiatt a fajlagos adat kicsit magasabb, és ahol meg nagy az autósűrűség, ott megint érthető, hogy magas lesz az egy főre jutó érték. Inkább ne gyártsunk elméletet, mert az adatokat önkényesen választottuk ki, tehát a parabola semmit sem igazol. Lehet, hogy érdemes volna utánajárni, lehet, hogy nem érné meg az erőfeszítést annak kiderítése, hogy hogyan hat az egy főre jutó üzemanyag fogyasztásra az autósűrűség.

### 11. ábra: Az egy főre jutó üzemanyagfogyasztás és az 1000 lakosra jutó autók száma közötti kapcsolat



Forrás: A szerző saját szerkesztése



## Következtetés

A matematika nagyszerű dolog, de nagyon veszélyes is lehet, ha olyanok kezébe kerül, akik a dolgot magát nem értik. A példákat még szaporíthatnánk, de ettől most megkímélem a tisztelt olvasót. Talán ennyi is elegendő volt ahhoz, hogy megértsük, nem minden az, aminek látszik, akkor sem, ha a statisztika segítségével „összefüggések” valószínűsíthetők.

## FELHASZNÁLT IRODALOM / REFERENCES

- Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2014). *Mastering metrics: The path from cause to effect*. Princeton University Press.
- Burke, P. J., & Nishitaten, S. (2013). Gasoline prices, gasoline consumption, and new-vehicle fuel economy: Evidence for a large sample of countries. *Energy Economics*, 36, 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.09.008>
- Csuvár, Á. (2017). Justifiable Renewable Energy Usage from an Economic Angle. *Acta Universitatis Sapientiae, Economics and Business*, 5(1), 45–55.
- Galbraith, J. K. (1958). *The Affluent Society* London: Hamish Hamilton. GalbraithThe Affluent Society1958.
- Galbraith, John Kenneth, & Éva, H. (1970). Az új ipari állam. *Közgazdasági és Jogi K.*
- Kocsis, T. (1998). Szennyezéselhárítás és technológiai fejlődés a környezetgazdaságban—mikroökonómiai elemzés. *Közgazdasági szemle*, 45(10), 954–970.
- Murphy, R. P. (2009). Rolling the DICE: William Nordhaus’s Dubious Case for a Carbon Tax. *The Independent Review*, 14(2), 197–217. Elérés forrás JSTOR.
- Newman, P. W. G., & Kenworthy, J. R. (1989). Gasoline Consumption and Cities. *Journal of the American Planning Association*, 55(1), 24–37. <https://doi.org/10.1080/01944368908975398>
- Nordhaus, W. (2007). Critical assumptions in the Stern Review on climate change. *Science*, 317(5835), 201–202.
- Nordhaus, W. (2015). Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy. *American Economic Review*, 105(4), 1339–70.
- Nordhaus, W. D. (1994). *Managing the global commons: The economics of climate change* (Köt. 31). MIT press Cambridge, MA.
- Nordhaus, W. D. (2017). Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(7), 1518–1523.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (1987). *Közgazdaságtan*, KJK. Budapest.
- Schaltegger, S., & Csutora, M. (2012). Carbon accounting for sustainability and management. Status quo and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 36, 1–16.
- Sugár, A. (2011). A benzin és a gázolaj magyarországi árszintjének és árazásának empirikus elemzése. *Statisztikai Szemle*, 89(6), 624–643.

- Titov, A., Szabó, K., & Kovács, B. H. (é. n.). Social and Natural Opportunities for the Renewable Energy Utilization in the Koppány Valley Development Area.
- von Weizsacker, E. V., Jesinghaus, J., Brzovic, P., Guerrero, C. A., Flórez Martínez, A., Molano, A., ... Chivilchez Chavez, J. (1992). Ecological Tax Reform: A policy proposal for sustainable development. CEPAL, Santiago (Chile).
- Weitzman, M. L. (1974). Prices vs. quantities. *The review of economic studies*, 41(4), 477–491.
- Weitzman, M. L. (1998). Why the far-distant future should be discounted at its lowest possible rate. *Journal of environmental economics and management*, 36(3), 201–208.
- Weitzman, M. L. (2014). Can negotiating a uniform carbon price help to internalize the global warming externality? *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1(1/2), 29–49.
- Weitzman, M. L. (2015a). Internalizing the climate externality: Can a uniform price commitment help? *Economics of Energy & Environmental Policy*, 4(2), 37–50.
- Weitzman, M. L. (2015b). Internalizing the climate externality: Can a uniform price commitment help? *Economics of Energy & Environmental Policy*, 4(2), 37–50.
- Weitzman, M. L. (2017). Voting on prices vs. voting on quantities in a World Climate Assembly. *Research in Economics*, 71(2), 199–211.
- Zilahy, G., Nemcsisne-Zsoka, A., Szeszler, A., Üрге-Vorsatz, D., Markadya, A., & Hunt, A. (2000). The indirect costs and benefits of greenhouse gas limitations: Hungary Case Study. *Economics of Greenhouse Gas Limitations*.