

Richard York[†]

ÖKOLÓGIAI PARADOXONOK

William Stanley Jevons és a papírmentes iroda*

E helyütt két társadalmi-ökológiai paradoxonra hívom fel a figyelmet. A Jevons-paradoxon azon a megfigyelésen alapszik, hogy egy természeti erőforrás kiaknázásában bekövetkező hatékonyságnövekedéssel gyakran jár együtt az erőforrás fogyasztásának növekedése. Hasonlóan, a papírmentes iroda paradoxona szerint a természeti erőforrások helyettesítőinek kifejlesztése nem minden esetben vonja maga után az adott erőforrás felhasználásának csökkenését, sőt, alkalmanként annak növekedéséhez vezet. E két paradoxon kétségbe vonja, hogy a technológiai előrelépések önmagukban minden körülmények között a természeti erőforrások megőrzését eredményezik.

Az ökológiai fenntarthatóság szerteágazó programjának központi kérdése az, hogy miként lehet összhangba hozni a gazdasági rendszerek dinamikáját az ökológiai rendszerekével. E program egyik fő feladata a piacgazdaságok dinamikájának megértése az erőforrás-felhasználás tekintetében. A környezeti társadalomkutatók számára különösen fontos, hogy megállapítsák, vajon egyes modern gazdaságok dematerializálódnak-e – azaz csökken-e az általuk elfogyasztott természeti erőforrások abszolút mennyisége¹ –, és ha igen, miért? Írásomban két ökológiai-gazdasági paradoxont tárgyalok, amelyek együttesen kétségbe vonják a gazdaságok dematerializációjának két gyakran javasolt útját: (1) a termelés erőforrás-hatékonyságának növelését és (2) bizonyos természeti erőforrások helyettesítését.² Először a klasszikus Jevons-paradoxont tárgyalom,

[†] Az egyesült államokbeli University of Oregon munkatársa. Fő kutatási területei: környezetszociológia, ökológiai közgazdaságtan, humánökológia. PhD-fokozatát 2002-ben szerezte. Továbbá információk róla: <http://sociology.uoregon.edu/faculty/york.php>

* Eredetileg *Ecological Paradoxes: William Stanley Jevons and the paperless office*; Human Ecology Review 13 (2), 143–147. Az eredeti szöveg elérhető itt: <http://www.humanecologyreview.org/pastissues/her132/york.pdf> (2008. április 2-i állapot szerint.)

¹ E helyütt a dematerializáció *abszolút* mértékére utalok. Egyes kutatók a dematerializáció *relatív* mértékét vizsgálják, azaz az egységnyi termelésre vetített erőforrás-felhasználás csökkenését. A relatív mutató javulása az abszolút erőforrás-felhasználás növekedése mellett is lehetséges, amennyiben a termelés gyorsabban bővül, mint ahogy az anyagfelhasználás hatékonysága javul.

² Ez jellemzően azt jelenti, hogy az egyik természeti erőforrást egy másikkal helyettesítjük, például a fémet vagy a fát műanyaggal. Vagy hogy e cikk példá-

amely szerint a hatékonyságnövelés nem feltétlenül csökkenti az erőforrás fogyasztását, sőt, valójában annak *növekedéséhez* is vezethet. A másik a papírmentes iroda paradoxona, amelyet tudomásom szerint mindeddig senki sem azonosított kifejezetten paradoxonként. Ennek értelmében bizonyos erőforrások helyettesítése nem csökkenti a szóban forgó erőforrások fogyasztását, sőt, olykor éppenséggel fogyasztásuk növekedéséhez vezet.

A Jevons-paradoxon

William Stanley Jevons (2001 [1865]), az ökológiai közgazdaságtan egyik alapvető szerzője *A szénkérdés* (The Coal Question) című híres könyvében írta le az ökológiai közgazdaságtan talán legismeretebb paradoxonát, amelyet azóta Jevons-paradoxonként tartanak számon (Clark–Foster, 2001). Jevons azt figyelte meg, hogy noha az ipari szénfelhasználás egyre hatékonyabbá vált – ezáltal egységnyi szénmennyiségből több termék előállítása vált lehetővé –, az abszolút szénfelhasználás *növekedett*. Legalább két, egymást potenciálisan kiegészítő magyarázat létezik erre a paradoxonra. (1) A klasszikus gazdaságtan szerint a hatékonyabb szénfelhasználás az egységnyi termékre jutó szén költségét csökkenti. Az árcsökkenés miatt a termelők szemében a szén egyre kívánatosabb energiaforrássá válik, így szenet hasznosító technológiákba fektetnek. (2) A politikai gazdaságtan szerint a profit a kapitalista termelés hajtóereje, s ez egyrészt arra készíti a termelőket, hogy a költségeket az egységnyi kibocsátásra jutó erőforrás-felhasználás csökkentésével (azaz hatékonyságnöveléssel) faragják le, másrészt pedig hogy a bevétel növelése érdekében több jószágot és szolgáltatást állítsanak elő, szükségessé téve ezzel az erőforrás fogyasztásának növekedését (Foster, 2002, 92–103. o.; Schnaiberg–Gould, 1994, 45–67. o.). A paradoxon politikai gazdaságtani magyarázata szerint a hatékonyság és a fogyasztás abszolút nagysága között elsősorban egy harmadik tényező, a kapitalista profittörekvés teremt kapcsolatot, amely mindkettőt hajtja. A magyarázat ugyanakkor rámutat egy lehetséges közvetlen kapcsolatra is, miszerint a hatékonyságnövelésből származó profit befektethető a termelés növelése érdekében. A klasszikus közgazdaságtan a hatékonyság és a fogyasztás abszolút nagysága közötti oksági kapcsolatot az egységnyi kibocsátásra jutó szén költségével magyarázza. Természetesen a két folyamat ki is egészítheti egymást, és működhetnek egyszerre, vagy történelmi

ját említsük: a papírgyártáshoz használt erőforrásokat a számítógép, illetve az elektronikus adathordozók gyártásához használt erőforrásokkal helyettesítjük.

pillanatonként egymást váltogathatják, továbbá egyéb folyamatok is közrejátszhatnak.

Lehatárolni a Jevons-paradoxon érvényességét, továbbá meghatározni, hogy mennyire általánosan alkalmazható, a környezeti társadalomkutatók egyik fontos feladata, mivel az olyan érvek, miszerint a hatékonyabb termelési technológiák megoldják a környezeti kríziseket, rendszeresen megjelennek a közpolitikai vitákban a legfejlettebb országokban. Továbbá legalább burkoltan, de gyakran nyíltan is előkerülnek különböző kutatási programokban. Ilyen például az ipari ökológia (Graedel–Allenby, 1995), az ökológiai modernizáció (Mol–Spaargaren, 2000), a Faktor X (Reijnders, 1998) és a környezeti Kuznets-görbe (Dinda, 2004). A környezeti társadalomkutatók hasznos szolgálatot tehetnek azzal, hogy azonosítják azokat a körülményeket, amikor egy természeti erőforrás használatának hatékonysága és fogyasztásának abszolút nagysága között paradox kapcsolat fedezhető fel; illetve hogy fölfedik e kapcsolat okait (Alcott, 2005).³ Bár a kapcsolatot Jevons egy bizonyos szinten (az ipar szintjén), a hatékonyság egy sajátos fajtája (az egységnyi erőforrás-használatra jutó kibocsátás) és egy konkrét természeti erőforrás (a szén) között vizsgálta, fontos megállapítani, mennyire általános ez az összefüggés. Végső soron, ha a hatékonyságnövekedés gyakran fokozza az erőforrás fogyasztását, akkor a hatékonyság növelése elhibázott és félrevezető lehet. A következőkben két példát mutatok be, amelyek azt sugallják, hogy a Jevons-paradoxon széles körben alkalmazható, és számos helyzetre, illetve hatékonyságtípusra jellemző lehet.

A nemzetgazdaságok ökohatékonysága

Bunker (1996) vizsgálatai szerint a világgazdaság egészére már jó ideje jellemző, hogy jelentősen javul az erőforrás-hatékonyság (az egységnyi természeti erőforrásra jutó gazdasági kibocsátás), a globális gazdaság teljes erőforrás-fogyasztása azonban folyamatosan növekszik. Hasonlóképpen, York és munkatársai (2004) rámutattak, hogy nemzeti szinten a nagymértékű anyagi bőség – várakozásainkkal ellentétes módon – egyaránt jár a teljes gazdaság nagyobb ökohatékonyságával (egységnyi „ökológiai lábnyomra” jutó GDP-kibocsátás) és nagyobb egy főre jutó ökológiai lábnyommal. Ez azt sugallja, hogy a Jevons-paradoxonra jellemző empirikus körülmények gyakran magasabb szintekre is alkalmazhatók. Valójában mindez

³ Alcott (2005) áttekinti a Jevons-paradoxont vizsgáló kutatásokat. Khazzoom (1980) az itt tárgyaltakhoz hasonló kérdéseket vet föl. Az *Energy Policy* című folyóirat különszáma (28. évfolyam, 6–7. szám) számos témába vágó cikket közöl.

meglehetősen általánosnak tűnik. York és munkatársai (2003) bemutatják, hogy a gazdasági fejlődés (egy főre jutó GDP) környezeti hatásait (például széndioxid-kibocsátás) elemző statisztikai rugalmasság-vizsgálatok feltárhatják a hatékonyság és a teljes környezetterhelés közötti kapcsolatot. Egy ilyen modellben, ha az egy főre jutó GDP rugalmassági együtthatója (amely egy nemzet környezetterhelésének százalékos növekedését mutatja meg az egy főre jutó GDP 1%-os növekedése függvényében) 0 és 1 közötti értéket mutat (ez pozitív rugalmatlan kapcsolatot jelöl), akkor a gazdaság összesített ökohatékonyságán javít a gazdasági fejlődés, ám a gazdaság terjeszkedése meghaladja a hatékonyság növekedését. Mindez növeli a környezet nettó terhelését. Rosa és munkatársai (2004) azt találták, hogy számos környezeti hatás rugalmatlan kapcsolatban van az egy főre jutó GDP-vel. Az ilyen típusú kutatás nem mutat ki oksági kapcsolatot a hatékonyság és a teljes környezetterhelés, illetve az erőforrás-fogyasztás között, ám empirikusan szemlélteti, hogy a növekvő hatékonyság gyakran együtt járhat a környezetterhelés fokozódásával, legalábbis nemzeti szinten.⁴ Ezek az eredmények azt is sugallják, hogy egy nemzet ökohatékonyságának javulása nem szükségszerűen jelzi az erőforrás-fogyasztás csökkenését, tipikusan pedig még kevésbé tekinthetők ezek az esetek (York–Rosa, 2003).⁵

Az autók üzemanyag-hatékonysága

Az autók üzemanyag-hatékonysága nyilvánvalóan nagy jelentőségű, mivel a világ kőolajkészletének jelentős részét a gépjárművek használják el. Ésszerűnek tűnhet, hogy a motorok hatékonyságának növelése és az autók áramvonalasabbá tétele mérsékli az üzemanyag-fogyasztást. Ezzel szemben a gépjárművek üzemanyag-fogyasztásának jelenlegi trendjeit vizsgálva azt látjuk, hogy a hatékonyság növekedésével az üzemanyag-fogyasztás paradox módon növekszik. Az autók általános műszaki fejlesztésekből fakadó üzemanyag-

⁴ Legalábbis olykor előfordulhat, hogy az erőforrás-felhasználás abszolút mértéke a hatékonyság-javulás *ellenére* növekszik, nem pedig annak következtében. Az oksági kapcsolatok feltárása egy nem-kísérleti tudományterületen természetesen nem könnyű feladat. Annak meghatározása, hogy a hatékonyság milyen mértékben kapcsolódik az abszolút erőforrás-felhasználáshoz, s hogy a kapcsolatnak milyen az iránya, további empirikus kutatást és kifinomult elméletalkotást igényel.

⁵ Természetesen az olyan tényezők, mint például a népességnövekedés, szintén fokozzák az erőforrás-felhasználást. Céлом itt annak vizsgálata, hogy a hatékonyság és a gazdaságok dinamikája közötti kapcsolat milyen mértékben vezethet nagyobb erőforrás-felhasználáshoz, függetlenül minden más tényezőtől.

hatékonyságának ésszerű mutatója a gallononkénti font-mérföld (vagy a literenkénti kilogramm-kilométer). Ennek egyesült államokbeli vizsgálata igazolja a gyanút, miszerint a könnyű gépjárművek (személyautók és kisteherautók*) hatékonysága 1984 és 2001 között (a legkorábbi és a legutóbbi esztendő, amelyekről teljes adatsor áll rendelkezésre) jelentősen javult, miközben a gépjárműpark teljes, illetve átlagos üzemanyag-fogyasztása *nőtt*.

Hogy kiszámolhassák az ország gépjárműparkjának üzemanyag-gazdaságossági mutatóját (CAFE = corporate average fuel economy), a könnyű gépjárműveket két kategóriába sorolják: személyautók és kisteherautók (ide tartoznak a városi terepjárók, azaz a SUV-ok is), amelyekre eltérő törvényileg meghatározott üzemanyag-gazdaságossági standardok vonatkoznak.⁶ 1984-ben a kisteherautók üzemanyag-gazdaságossága 20,6 mérföld/gallon volt (ez kb. 8,8 kilométer/liter), az átlagos testsúly egyenérték pedig 3804 font (1725 kg), mutatva, hogy az átlagos gallononkénti font-mérföld 78 364 (20,6 x 3804) (kb. 15 100 kilogramm-kilométer/liter) volt. 2001-re a kisteherautók üzemanyag-gazdaságossága enyhén javult, 21 mérföld/gallonra (kb. 8,9 kilométer/liter), míg a járművek átlagsúlya jelentős mértékben, 4501 fontra (kb. 2040 kg) emelkedett. Így azután a gallononkénti font-mérföld 94 521-re nőtt (21 x 4501) (kb. 18 200 kilogramm-kilométer/liter), ami 20,6%-os hatékonyságnövekedés 1984 óta. A személyautóknál is hasonló tendencia figyelhető meg ebben az időszakban. 1984-ben az üzemanyag gazdaságosság itt 26,9 mérföld/gallon (kb. 11,4 kilométer/liter), az átlagos testsúly egyenérték 3170 font (kb. 1440 kg), vagyis a gallononkénti font-mérföld 85 273 (26,9 x 3170) (kb. 16 400 kilogramm-kilométer/liter). 2001-re a személyautók üzemanyag gazdaságossága 28,7 mérföld/gallonra (kb. 12,2 kilométer/liter) javult, az átlagos gépjármű-tömeg 3446 fontra nőtt (kb. 1560 kg), azaz a gallononkénti font-mérföld 98 900-ra nőtt (28,7 x 3446) (kb. 19 070 kilogramm-kilométer/liter), ami 16%-os hatékonyság-növekedés.

1984 és 2001 között tehát a műszaki fejlesztéseknek köszönhetően a gallononkénti font-mérföldekben (illetve literenkénti kilogramm-kilométerekben) kifejezett hatékonyság a személyautóknál és a kisteherautóknál egyaránt jelentősen nőtt. Kizárólag e tény ismeretében esetleg azt várhatnánk, hogy a hatékonyság növelése a könnyű gépjárművek üzemanyag-fogyasztásának csökkenésével

* Az eredeti szövegben szereplő *light truck* kifejezést fordítjuk így. Ez a fordítás némiképp félrevezető, ugyanis az e kategóriába tartozó járműveket az Egyesült Államokban ma már leginkább a személygépjárművéhez hasonló funkcióban használják. Lásd ezzel kapcsolatban e cikk 7. lábjegyzetét is. (A szerk.)

⁶ E számítások minden adata az NHTSA (2005) dokumentumból származik.

járt. Ám nem ez történt. Ezen időszak alatt a kisteherautók aránya (amelyek átlagosan nehezebbek és többet fogyasztanak, mint a személyautók) 24,4%-ról 46,6%-ra emelkedett a könnyű gépjárművek között. Ezen arányeltolódás miatt a könnyű gépjárművek mérföld/gallonban kifejezett üzemanyag gazdaságossága 25-ről 24,5-re esett (kilométer/literben kb. 10,6-ról 10,4-re), ami 2%-os csökkenés. Vagyis a műszaki fejlesztések egyértelműen növelték a motorok hatékonyságát és javították az autók más tulajdonságait is, ám a járművek együttesen nem fogyasztottak kevesebbet. Ennek oka, hogy méretük jelentősen nőtt, leginkább azért, mert egyre többen választották a személyautók helyett a kisteherautókat.⁷ Érdeemes megjegyezni, hogy még ha a teljes járműparkra vonatkozó mérföld/gallon érték javult volna is, valószínűtlen volt, hogy ezt az üzemanyag-fogyasztás csökkenése kövesse, mivel ebben az időszakban az egy autóra jutó megtett átlagos távolság évi 15 000 kilométerről 19 000 kilométerre nőtt (Smil, 2003, 326. o.). Végül pedig az autósok és autók nagyobb száma az utakon még tovább növelte az üzemanyag-fogyasztást. Például 1990 és 1999 között az Egyesült Államokban a gépjárművek száma 189 millióról 217 millióra emelkedett, egyrészt a népességnövekedésnek, másrészt az ezer főre jutó gépjárművek számában bekövetkezett 2,8%-os növekedésnek köszönhetően (758-ról 779-re; World Bank, 2005).

Úgy tűnik, a technológiai újításokból származó előnyöket, legalábbis az Egyesült Államokban, nagyrészt arra fordították, hogy növelték az autók méretét, ahelyett hogy a fogyasztásukat csökkentették volna. Ennek magyarázata minden bizonnyal összetett, ám az a tény, hogy a műszaki fejlesztések ellenére az utóbbi két évtizedben az amerikai könnyű gépjárművek teljes, illetve átlagos üzemanyag-fogyasztása nőtt, azt sugallja, hogy a technológiai finomítások magukban valószínűleg nem segítik a természeti erőforrások megőrzését. Továbbá az is lehetséges, hogy a hatékonyság növelése valójában az erőforrás-fogyasztást fokozza, mivel legalábbis valószínű, hogy ha egy országnak sikerül javítania autóparkja mérföld/gallon (vagy kilométer/liter) értékeit, az arra ösztönözheti az embereket, hogy gyakrabban autózzanak, mivel a mérföldenkénti (vagy kilométerenkénti) fogyasztás csökken. Íme egy közvetlen párhuzam Jevons ipari szénfelhasználással kapcsolatos megfigyeléseire.

⁷ A kisteherautók térnyerése nem a véletlen műve volt. Az autóipar erőteljes törekvéseinek hatására történt, hogy megkerülik az üzemanyag-gazdaságossági (CAFE) standardokat (Bradsher [2002]).

A papírmentes iroda paradoxona

Minthogy a papír természetesen jellemzően farostból készül, a papírfogyasztás világszerte jelentős terhet ró az erdei ökológiai rendszerekre. Első ránézésre úgy tűnhet, a számítógépek elterjedése és a dokumentumok elektronikus formában való tárolásának lehetősége a papírfogyasztás mérséklődéséhez, végső soron a „papírmentes iroda” megjelenéséhez vezetne, ami határozottan kedvező volna az erdők számára. Azonban nem ez a helyzet, ahogy azt Sellen és Harper (2002) világosan dokumentálják *A papírmentes iroda mítosza* (The Myth of the Paperless Office) című könyvükben. Némelyek várakozásaival ellentétben a számítógépek, az elektronikus levél és a világháló a papírfogyasztás *növekedését* eredményezik. Például a legközönségesebb (famentes) irodai papír fogyasztása az Egyesült Államokban 1995 és 2000 között 14,7%-kal nőtt (Sellen–Harper, 2002, 11. o.), zavarba ejtve azokat, akik papírmentes irodákat jóstak. Sellen és Harper (2002, 13. o.) egy kutatásra is utal, amelyben kimutatták, hogy „*az elektronikus levél alkalmazása egy szervezetben átlagosan 40%-kal növelte a papírfogyasztást*”.⁸ E megfigyelés értelmében elképzelhető, hogy az elektronikus adattárolás terjedése közvetlen kiváltó oka a papírfogyasztás növekedésének, habár ennek szilárd megalapozása további vizsgálatokat igényel.

A számítógépek és az elektronikus adattárolás kudarca a papírmentes irodák életre hívásában egy érdekes paradoxonra mutat rá, melyet a papírmentes iroda paradoxona névvel illetek. Lényege, hogy egy természeti erőforrás helyettesítőjének kifejlesztése olykor növeli a szóban forgó erőforrás fogyasztását. E paradoxon jelentősége lehet a természeti erőforrások megőrzésére tett erőfeszítések szempontjából. Az egyik kitüntetett módszer egy adott erőforrás használatának csökkentésére helyettesítők kifejlesztése. Például a megújuló energiaforrások (mint például a szél- és napenergia) fejlesztéséről azt tartják, hogy az csökkenti a fosszilis tüzelőanyagoktól való függést. Ez azon a feltételezésen alapszik, hogy az alternatív energiaforrások – legalábbis egy bizonyos mértékig – átveszik a fosszilis tüzelőanyagok szerepét. Ám ahogy a Jevons-paradoxon szerint sem feltétlenül csökkenti egy erőforrás fogyasztását a hatékonyság, úgy a papírmentes iroda paradoxona is hasonlóan következtet a helyettesítőkkel kapcsolatban.

⁸ Ellenpéldát hoz Hoogeveen és Reijnders (2002), akik egy holland elektronikai kiskereskedést vizsgáltak abból a szempontból, hogy az elektronikus kereskedelemre való átállás miként hatott a papír- és az energiafogyasztásra.

Az okok, amelyek a papírfogyasztás emelkedéséhez vezettek, nem különösen meglepőek. Habár a számítógépek révén lehetőség nyílt az elektronikus adattárolásra, egyúttal számtalan dokumentum vált közvetlenül hozzáférhetővé, s a mind több helyen jelenlévő nyomtatóknak köszönhetően könnyedén ki is nyomtathatók ezek, ami nagyrészt magyarázatot ad a megnövekedett papírfogyasztásra (Sellen–Harper, 2002). Az elektronikus adattárolás és a papírfogyasztás közötti sajtóságos kapcsolat miatt a papírmentes iroda paradoxona talán nem tükröz általános összefüggést a helyettesítők kifejlesztése és az erőforrás-fogyasztás között. Am mindenesetre ez a paradoxon figyelmeztet: nem kellene feltételeznünk, hogy a helyettesítők kifejlesztése visszafogja egy adott természeti erőforrás fogyasztását.

Például az elmúlt két évszázadban tanúi voltunk a fosszilis tüzelőanyagokhoz kapcsolódó technológiák felfutásának és a nukleáris energia kifejlesztésének, így míg a XVIII. században világszerte a biomassza volt a fő energiaforrás, napjainkban már csak kis hányadát fedezi a bolygó energiaszükségletének. Érdeemes azonban megemlíteni, hogy bár a biomassza helyettesítői – így a fosszilis tüzelőanyagok és a nukleáris energia – drámai ütemben terjedtek, a világ energetikai célú biomassza-fogyasztása *abszolút értelemben növekedett* a XIX. század óta (Smil, 1994). Ez – legalábbis részben – valószínűleg annak tudható be, hogy az új energiaforrások elősegítették a gazdaság és a népesség növekedését, aminek következtében az összes energiaforrás iránt megnőtt az igény, a biomasszát is beleértve. Ez a megfigyelés felveti annak lehetőségét, hogy a megújuló energiát kiaknázó technológiák – mint például a szél-turbinák vagy a napelemek – terjedése nem vált ki fosszilis vagy egyéb energiaforrásokat, csupán tovább bővítik a kínálatot. Mindezzel olyan körülményeket teremthetnek, amelyek tovább növelik az energia iránti igényt. Nyilvánvalóan további elméletalkotásra és empirikus kutatásokra volna szükség annak megállapításához, hogy a helyettesítők valójában milyen mértékben csökkentik az erőforrás-fogyasztást. Továbbá szükség volna arra is, hogy legalábbis kétségbe vonjuk azt a hiedelmet, miszerint a technológiai fejlődés megoldja a természeti erőforrásokkal kapcsolatos kihívásokat.

Konklúzió

A közgazdaságtan két ökológiai paradoxonára hívtam fel a figyelmet, a klasszikus Jevons-paradoxonra és a papírmentes iroda paradoxonára. Az előbbi paradoxon egy klasszikus: Jevons azon megfigyelésén alapszik, hogy a szénfelhasználás hatékonyságának növekedése a szénfogyasztás *fokozódásához* vezetett. Két példát

mutattam be, amelyek azt sugallják, hogy a Jevons-paradoxon számos helyzetre általánosan alkalmazható. Új felvetés a papírmentes iroda paradoxona, amelyet itt azonosítottam. Ez arra hívja föl a figyelmet, hogy a számítógépek és az elektronikus adattárolás fejlődése nem csökkentette a papírfogyasztást, ahogy azt némelyek jósolták, hanem *épp ellenkezőleg* hatott. Fontos, hogy ezek *empirikusan* megállapított paradoxonok – rámutatnak a hatékonyság, illetve a helyettesítők és az erőforrás-fogyasztás közötti kapcsolatra. Mindkét paradoxon mögött elméleti szempontból sokféleképp magyarázható jelenségek húzódnak meg. Vagyis e két paradoxon mögött sokféle erő állhat, ezeket elméletbe kellene foglalni.

E paradoxonok közös üzenete, hogy az erőforrás-használat hatékonyságának javítása, illetve az erőforrások helyettesítőinek kifejlesztése nem feltétlenül mérsékli ezen erőforrások használatát, sőt, bizonyos körülmények között akár növelheti is fogyasztásukat. Bár a hatékonyságnövelés és a helyettesítés nyilvánvalóan csökkenti az erőforrás fogyasztását, amennyiben *minden más változatlan* (például ha a termelés mértéke állandó), a gazdaságok komplex és dinamikus rendszerek, tényezőik között sok a kölcsönhatás.

Az erőforrás-hasznosítás hatékonyságában és típusában beálló változások valószínűleg sok egyéb körülményre is hatással lesznek, vagyis ritkán marad minden más változatlan. Abban bízni, hogy a technológiai haladás önmagában megoldja a környezeti problémákat, katasztrofális következményekkel járhat. Az imént bemutatott paradoxonok szerint a társadalmi és gazdasági rendszerek is módosításra szorulhatnak, ha azt akarjuk, hogy a technológiai fejlesztések a természeti erőforrások megőrzését szolgálják.

Virág Petra és Takács-Sánta András fordítása

HIVATKOZÁSOK

- Alcott, B. (2005): *Jevons' Paradox*; Ecological Economics 54, 9–21.
- Bradsher, K. (2002): *High and Mighty: SUVs — The World's Most Dangerous Vehicles and How They Got That Way*; Public Affairs, New York
- Bunker, S. G. (1996): *Raw material and the global economy: Oversights and distortions in industrial ecology*; Society and Natural Resources 9, 419–429.

Clark, B. – J. B. Foster (2001): *William Stanley Jevons and the coal question: An introduction to Jevons's »Of the Economy of Fuel«*; Organization & Environment 14 (1), 93–98.

Dinda, S. (2004): *Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A survey*; Ecological Economics 49, 431–455.

Foster, J. (2002): *Ecology Against Capitalism*; Monthly Review Press, New York

Graedel, T. – B. Allenby (1995): *Industrial Ecology*; Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ

Hoogeveen, M. J. – L. Reijnders (2002): *E-commerce, paper and energy use: A case study concerning a Dutch electronic computer retailer*; International Journal of Global Energy Issues 18 (2/3/4), 294–301.

Jevons, W. S. (2001) [1865]: *Of the economy of fuel [excerpt from The Coal Question]*; Organization & Environment 14 (1), 99–104.

Khazzoom, D. J. (1980): *Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances*; Energy Journal 1 (4), 21–39.

Mol, A. P. J. – G. Spaargaren (2000): *Ecological modernization theory in debate: A review*; Environmental Politics 9 (1), 17–49.

NTHSA (National Traffic Highway Safety Administration) (2005): <http://www.nhtsa.dot.gov/portal/site/nhtsa/menuitem.d0b5a45b55bfbe582f57529cdba046a0/>. (2007. október 15-i állapot szerint.)

Reijnders, L. (1998): *The factor 'x' debate: Setting targets for eco-efficiency*; Journal of Industrial Ecology 2 (1), 13–22.

Rosa, E. A. – R. York – T. Dietz (2004): *Tracking the anthropogenic drivers of ecological impacts*; Ambio 33 (8), 509–512.

Schnaiberg, A. – K. A. Gould (1994): *Environment and Society: The Enduring Conflict*; St. Martin's Press, New York

Sellen, A. J. – R. H. R. Harper (2002): *The Myth of the Paperless Office*; MIT Press, Cambridge, MA

Smil, V. (1994): *Energy in World History*; Westview Press, Boulder, CO

Smil, V. (2003): *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*; MIT Press, Cambridge, MA

World Bank (2005): *World Development Indicators*; CD-ROM

York, R. – E. A. Rosa (2003): *Key challenges to ecological modernization theory: Institutional efficacy, case study evidence, units of analysis, and the pace of eco-efficiency*; *Organization & Environment* 16 (3), 273–288.

York, R. – E. A. Rosa – T. Dietz (2003): *STIRPAT, IPAT, and ImPACT: Analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts*; *Ecological Economics* 46 (3), 351–365.

York, R. – E. A. Rosa – T. Dietz (2004): *The ecological footprint intensity of national economies*; *Journal of Industrial Ecology* 8 (4), 139–154.