Történeti ökológiai lábnyom becslése a mezőgazdaság kialakulásától napjainkig

Szigeti Cecília – Tóth Gergely

Kulcsszavak: népesség, biokapacitás, GDP, Maddison, „Föld telítettsége".

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK[1]

A legelterjedtebb alternatív mutatószám, az ökolábnyom alkalmazhatósága széles körű, ám leginkább időbeli összehasonlításra használható, az adatgyűjtést végző Global Footprint Network (GFN) ugyanakkor csak 1961-től publikálja az adatokat, így történelmi távlatokban eddig nem volt alkalmazható a mutató. Modellünkben az ökológiai lábnyom és a GDP közötti kapcsolat alapján történeti GDP-adatokból becsültük meg az ökológiai lábnyom nagyságát, majd ezt hasonlítottuk össze a biokapacitással és a népesség számával. Megállapítottuk, hogy a bolygó évente termelődő természeti erőforrásait mekkora arányban használták fel az egyes korokban. Ezt a Föld „telítettségének" neveztük el. Tanulmányunkban az eredményeket az ember bioszféra-átalakító tevékenységének kiemelt időpontjaiban mutatjuk be. Kutatásunk során arra a következtetésre jutottunk, hogy a fenntarthatatlan fejlődés elsődleges oka a túlfogyasztás, nem pedig az amúgy is tetőződni látszó népességnövekedés. Közel 12 ezer éven át ugyanis a bolygó telítettsége arányosan változott a népesség növekedésével, míg az ipari forradalom és a mai gazdasági paradigma térnyerése (kb. 1820[2]) óta a fogyasztás és telítettség mértéke – először a történelemben – messze meghaladja a népesség növekedését.

BEVEZETÉS

Az ökológiai lábnyom (*ecological footprint*, EF) mutatót alkotói a számítás kezdeteitől fogva több szinten alkalmazzák (*Rees – Wackernagel, 1996*). Az egész világra és az országokra vonatkozó ökológiai lábnyom mutatót a *Global Footprint Network* számítja. A kalkuláció eddig az 1961 és 2008 közötti évekre készült el, és a módszer alkalmazhatóságát, az adatbázis hibáit, fejlesztésének lehetőségeit számos kutatócsoport vizsgálja, így ezekkel a kérdésekkel nem kívánunk foglalkozni. Tanulmányunkban a világ ökológiai lábnyomának történeti dimenzióját vizsgáljuk Kr. e. 10 000-től napjainkig. Becslésünk kezdőpontjának *Takács-Sánta (2008)* elmélete szerint az ember bioszféra-átala-

[1] A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

[2] A cikk módszertana alapvetően statisztikai, elemzésünkbe nem tartozik bele egyfelől az alapadatok (történelmi GDP és népességi adatok) helyességének vizsgálata, másfelől a paradigmaváltás még nehezebben meghatározható időpontjainak vizsgálata. Elfogadjuk azt a széles körben elterjedt nézetet, miszerint a közgazdaságtan *Adam Smith* 1776-ban megjelent könyvétől (A nemzetek gazdagsága) eredeztethető, így a gazdasági paradigmaváltás körülbelül egybeesik a technológiaival (ipari forradalom). Sajnos pont 1776-ra nem áll rendelkezésünkre adat, a legközelebbi időpont az eredeti adattáblában 1820.

kító tevékenységének 3. nagy ugrását, a mezőgazdaság kialakulásának időpontját választottuk.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az idősoros elemzéseknél a nemzetközi összehasonlítások általánosan használt eszköze az egy ország egy főre jutó GDP-je, az életszínvonallal való szoros kapcsolata miatt. A GDP-vel mint mutatóval szemben az az egyik legfőbb kifogás, hogy mindenfajta gazdasági tevékenységet azonosan ítél meg, függetlenül annak fogyasztásra gyakorolt hatásától vagy társadalmi hasznosságától (*Márki-Zay, 2005*). A gazdasági alrendszer nem mindenható, nem határtalan, ha erről megfeledkezünk, az beláthatatlan társadalmi és ökológiai veszélyeket rejt (*Győri, 2010*). Az igazán gazdag és fejlett országokban a gazdaságra, a társadalomra és a természeti környezetre egyaránt odafigyelnek, mi több, e három pillér egyaránt befolyásolja azt, hogy mennyire tekinthető ma versenyképesnek egy nemzetgazdaság. Ez a három szféra, vagyis az ekoszféra, ökoszféra és szocioszféra együttes elemzése jóval összetettebb elemzési módszertant követel meg, hiszen az emberek jólétét és boldogulását nem csak a GDP növekedése határozhatja meg (*Varga, 2013*). Ezért különféle adatok (makrogazdasági, államháztartási stb.) GDP-hez való kötése számos torzítást eredményez (*Csiszárik-Kocsir – Fodor, 2013*). Számos kritika és továbbfejlesztési javaslat – például a periféria indexben való alkalmazása a regionális társadalmi és gazdasági elemzésekben (*Borzán, 2004, 2005, 2013)* – dacára mind a mai napig ez a legelfogadottabb mutató. Manapság a világon az 1950 előtti évekre vonatkozó hosszú GDP-adatsorok felhasználásakor *Maddison* adatbázisában szereplő kivonatos és teljes adatsor a leggyakrabban idézett forrás (*Márki-Zay, 2005*). A gazdasági fejlettség és az ökológiai lábnyom nagysága között valószínűsíthető kapcsolat az ökológiai lábnyom és a GDP közötti korreláció alapján közepesnél erősebb (*York et al., 2004*). Az összefüggés feltételezhetően mikroszinten is igaz: egy környezettudatos fogyasztónak elképzelhető, hogy magasabb az ökológiai lábnyoma, mint egy kevésbé környezettudatos, de alacsonyabb jövedelmi szinthez tartozó társáé (*Csutora – Kerekes, 2004*). Ezért hipotézisünk szerint a korábbi időszakok ökológiai lábnyomát a GDP-adatokból meg tudjuk becsülni. Az ökológiai lábnyom mutató alkalmazhatóságát, korlátait és stratégiai jelentőségét számos kutatás alátámasztja (*Kocsis, 2010; Csutora, 2012; Csutora – Zsóka, 2011*). Az ökológiai lábnyom elismertsége a különböző alkalmazási területeken nagymértékben eltér egymástól, míg a globális ökológiai lábnyomot a „fenntarthatatlanság" legjobb mutatójának tartják (*Stiglitz et al., 2009*), a területi (*spatially*) összehasonlításokban való alkalmazását több oldalról is kritika éri (*van den Bergh – Verbruggen, 1999; McDonald – Patterson, 2004*). Az egyik korai, átfogó kritika ajánlása, hogy a mutató időbeli összehasonlításokra jól alkalmazható, szemben a sok problémát felvető területi elemzésekkel *(van den Bergh – Verbruggen, 1999*). Számos kutatásban megjelenik az időbeli dimenzió, de ezek jellemzően csak néhány évet, esetleg évtizedet vizsgálnak, egy-egy területi egységnél. 1961 és 1999 közötti időszakra összehasonlították Ausztria, Dél-Korea és a Fülöp-szigetek ökológiai lábnyomának változását (*Wackernagel et al., 2004*). Kínai kutatások szerint Macao város ökológiai lábnyoma 1977 és 2004 között megkétszereződött (*Lei et al., 2009*). Hasonló eredményt kaptak a dél-kínai Kanton (Guangzhou) ökológiai lábnyomának elemzésekor, 1991 és 2001 között a város ökológiai lábnyoma közel megkétszereződött (*Du et al., 2006*). Az egész világra kiterjedő történeti lábnyom kalkulációra az irodalomban nem található példa. Országos és iparági hosszabb időtá-

vú (1961-et megelőző évekre is vonatkozó) számítások már készültek, Ausztria ökológiai lábnyomának és biokapacitásának kalkulációját 1926 és 1995 közötti időszakra készítették el három különböző módszerrel (*Haberl et al., 2001*). Vizsgálták a textilipari ökológiai lábnyom változását is 1850-hez képest, a technológiaváltozások hatására (*Hornborg, 2006*). Ha az ökológiai lábnyom mutatótól eltekintünk, az ember bioszféra-átalakító tevékenységét a környezettörténet és a történeti ökológia vizsgálja, de a globális környezettörténeti vizsgálatok ezen a területen is ritkák (*Takács-Sánta, 2008*).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Modellünk korlátai

• Modellünkbe négy tényezőt vontunk be: népesség nagysága, GDP, ökológiai lábnyom és biokapacitás. Ebben a fejezetben a modellösszetevőket és ezek kapcsolatait kívánjuk bemutatni.

• A modell eredményeit öt kiemelt időpontra közöljük. *Takács-Sánta (2008)* hat nagy ugrást azonosított, amelyből mi négynél[3] vizsgáltuk az ökológiai lábnyomot és a biokapacitást. Az első időpont (3. ugrás), amelyre becslésünket bemutatjuk, Kr. e. 10 000, a mezőgazdaság kialakulása. A második időpont (4. ugrás) Kr. e. 3500, a civilizáció megjelenése Mezopotámiában, a harmadik időpont (5. ugrás) a nagy európai hódítások ideje a 15. századtól, az utolsó (6. ugrás) pedig a 18. század második felének tudományos-technikai forradalma. Minden esetben, az adatbázisban (*Maddison, 2008*) a nagy ugrás *utáni* legközelebbi időpontra vonatkozó adatokat vizsgáltuk. Az ötödik időpontot a legutolsó rendelkezésünkre álló ökológiailábnyom-adat határozza meg.

• Feltételezzük, hogy a jelenben igazolható erős korreláció az ökológiai lábnyom és a GDP között a korábbi történelmi korokban is fennállt. Az ökológiai lábnyom szerkezetének változásával nem foglalkoztunk.

• Feltételezzük, hogy a biokapacitás teljes nagysága a korábbi korszakokban is független volt a GDP értékétől. A biokapacitás szerkezetének változásánál két földhasználati kategória (szántó és erdőterület) arányát változtattuk.[4]

GDP

A Maddison-projekt 2008-as szerkesztésű adatbázisa (*Maddison, 2008*) népességi és *Geary–Khamis* (továbbiakban: G-K) módszerrel számított GDP-adatokat tartalmaz 1 és 2008 közötti évekre, országos bontásban. Az adatbázis első évre az összegző sorokkal együtt összesen 43 adatot közöl, 2008-ra 188-at. A legújabb frissítésénél (*Bolt – van Zanden, 2013*) az első évre mindössze 16 országra vonatkozó adatot találunk, összegző sorok nélkül. A frissített adatbázisban több évet dolgoznak fel, de a világ összesen sorok 1820-ig hiányoznak. A korábbi évek esetén az országos adatok egyszerű számtani átlagaként becsültük a világ átlagos, egy főre jutó GDP-értékét, ami számottevő különbséget a korai években mutat, mert a Kr. e. időpontok becsült GDP-je így 700 G-K $/fő. Ettől eltekintve az összesen adatsor eltérése jellemzően +/−5%-on belül marad, de az egyes országok adatait vizsgálva feltételezhető, hogy a Maddison-adatbázis a korábbi időszakok GDP-jét alulértékeli. A GDP értékei csak az elmúlt 2000 évre állnak rendelkezésre, a korábbi adatok becslésénél *Keynes (1930)* feltételezése alapján konstans adatokkal számoltunk. Szerinte Kr. e. 2000 óta a 18. század közepéig nem sokat változott az

[3] Az első ugrás a tűzhasználat, a második a nyelv használata. Itt a társadalomszerveződés olyan alacsony szinten állt, hogy a koncepciónkban szereplő GDP nem értelmezhető, így ezeknek a korai időszakoknak az ökológiai lábnyomát ezzel a módszerrel nem tudjuk megbecsülni.

[4] Feltételezve, hogy a korábbi időszakokban kevesebb volt a szántóterület és több az erdő.

1. táblázat

Modellbe kerülő történeti GDP-adatok

Évek	Kr. e. 10 000	Kr. e. 3000	1500	1820	2008
GDP (G-K dollár/fő)	466,75 (b)	466,75 (b)	566,39 (a)	665,74 (a)	7613,92 (a)

Forrás: (a) Maddison (2008), (b) Keynes (1930) alapján saját becslés

2. táblázat

A világ népességének becslése

Évek	Kr. e. 10 000	Kr. e. 3000	1500	1820	2008
Világ teljes népessége (millió fő)	4 (a)	14 (a)	438,43 (b)	1041,71 (b)	6694,83 (c)

Forrás: (a) Kremer (1993), (b) Maddison (2008), (c) GFN (2012)

átlagember életszínvonala.[5] Modellünkben a Krisztus előtti időszak GDP-jének becslésénél konstans értékként kalkuláltunk 467 G-K $/fő GDP-vel (1. táblázat).

Népességi adatok

A népességi adatok is csak az elmúlt 2000 évre állnak rendelkezésre a Maddison-projektben, így a korábbi évekre vonatkozó adatokat *Kremer (1993)* tanulmányából vettük át. A két adatbázis között az összemérhető években kisebb eltéréseket találtunk. Számításainkban, ahol rendelkezésre állt, a Maddison-projekt (*2008*) adatsorait használtuk (2. táblázat).

Ökológiai lábnyom és biokapacitás

Az ökológiai lábnyom (EF) és biokapacitás adatsorok a *Global Footprint Network* (GFN) 2011-es szerkesztésű adatbázisából

3. táblázat

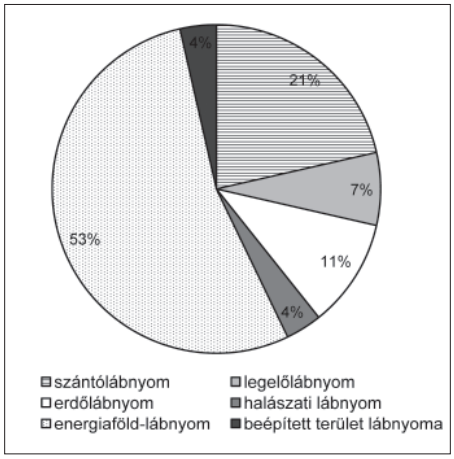
A világ GDP-je, népessége, ökológiai lábnyoma és biokapacitása

Évek	Teljes népesség (milliárd fő)	Összes GDP* (Mrd G-K $)	Ökológiai lábnyom (gha/fő)	Biokapacitás (gha/fő)	Ökológiai lábnyom a biokapacitás %-ában
1961	3,1	8 725	2,35	3,18	74
1962	3,1	9 136	2,40	3,15	76
1965	3,3	10 760	2,54	2,99	85
1970	3,7	13 766,	2,77	2,77	100
1975	4,1	16 638	2,74	2,54	108
1980	4,4	20 030	2,75	2,37	116
1985	4,8	22 970	2,57	2,26	114
1990	5,3	27 134	2,66	2,14	124
1995	5,7	30 942	2,52	2,00	126
2000	6,1	36 688	2,46	1,91	129
2005	6,5	44 983	2,63	1,82	145
2008	6,7	50 974	2,70	1,79	151

Megjegyzés: A népességi adatok számbavétele miatt a GFN adattábla és a saját kalkulációnk között kismértékű eltérés figyelhető meg.
* Az adatsor a *Maddison (2008)* adatbázisból származik, az egy főre eső GDP és a népesség szorzata.
Forrás: saját számítás a GFN (2012) és Maddison (2008) adatai alapján

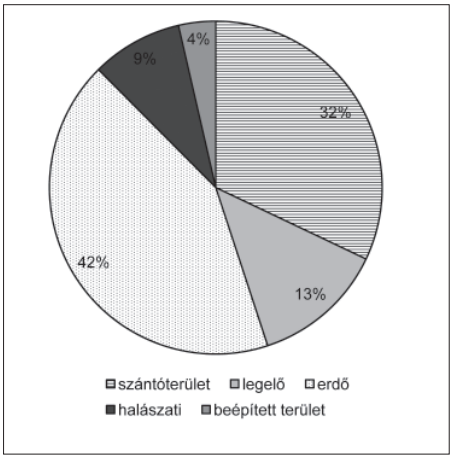
[5] „Azóta, hogy erről írásos emlékeink vannak, tehát mondjuk Kr. e. 2000 óta, úgy a XVIII. század elejéig nem sokat változott egy olyan átlagember életszínvonala, aki a Föld valamely civilizált központjában élt. Persze voltak jobb és rosszabb időszakok, járványok, éhínségek és háborúk jöttek-mentek. Néha felragyogott az aranykor. De nem történt komoly előrelépés, nyoma sincs gyökeres változásnak. Abban a négyezer éves periódusban, amely mondjuk Kr. u. 1700-ban ért véget, egyes időszakok talán ha 50%-kal voltak jobbak, mint más időszakok. Legfeljebb 100%-kal."

1. ábra
Ökológiai lábnyom szerkezete 2008-ban



Forrás: GFN, 2012

2. ábra
Biokapacitás szerkezete 2008-ban



Forrás: GFN, 2012

származnak, amely 1961-ig tartalmazza az adatsorokat (3. táblázat) országos bontásban, földhasználati kategóriánként.

A koncepció szerint az ökológiai lábnyom indikátor hat[6] fő földhasználati kategóriából áll: szántóföldi lábnyom, legelőlábnyom, erdőlábnyom, a halászati területek lábnyoma, beépített terület lábnyoma és a szén-dioxid-megkötéshez szükséges energiaföld[7] (1. ábra).

Az eljárás az összes fogyasztást földhasználati kategóriánként veszi számba, majd az ekvivalenciafaktorok (*Equivalence Factor*, EQF) segítségével átváltja világátlag termőképességű földterületbe, globális hektárba. Az egyes szorzószámok évről évre kismértékben változnak, de nagyságrendjüket tekintve állandóak. A biokapacitás számbavételénél az ekvivalenciafaktorok megegyezőek az ökolábnyom faktoraival, de az energiaföldet nem különítik el (2. ábra).

A 4. táblázatban szereplő szorzószámokról megállapítható, hogy a szántóterületek két és félszer produktívabbak, termékenyebbek az összes földterület átlagánál, ezért a tényleges és a hipotetikus földhasználat szerkezete jelentősen eltér egymástól (*Kitzes et al., 2008*).

4. táblázat
A modellben felhasznált ekvivalenciafaktorok 2007-ben

Földterület	EQF*
Szántóterület és beépített terület	2,51
Erdő és energiaföld	1,26

Megjegyzés: * Az ökológiai lábnyom hat földhasználati kategóriájának négy EQF-faktora van. A koncepció szerint a beépített területek az egykori szántóterületeken jöttek létre, az erdőnek pedig az egyik használati lehetősége az energiaföld-funkció.
Forrás: Ewing et al., 2010

A földterület földhasználati módok szerinti megoszlása az elmúlt évszázadok során valószínűleg jelentősen változott. Ennek pontos értékét nem tudjuk, de irodalmi adatokból arra következtethetünk, hogy

[6] Egyes kutatásokban lagúnákat mint önálló földhasználati kategóriákat vettek számba, 0,997-es EQF-faktorral (*Bagliani et al., 2004*), valamint a csapvíznek és az akvakultúrának is megállapítottak önálló EQF-faktort (*Hu et al., 2008*).

[7] Energiaföld: a kibocsátott szén-dioxid elnyeléséhez elméletileg szükséges erdőterületek nagysága.

a szántóterület nagysága (legmagasabb ekvivalenciafaktorú terület) az erdő rovására növekedett. „Európában a meleg időszakban lezajlott erdőirtás léptékét tekintve az egyik legnagyobb volt a történelemben. Franciaország erdei 74-ről 32 millió holdra (30-ról 13 millió hektárra) zsugorodtak 800 és 1300 között, de az ország negyedét ezt követően is erdőség alkotta. Általánosságban elmondható, hogy Európa erdeinek több mint felét vágták ki 1100 és 1350 között" (*Fagan, 2012*). A rendelkezésre álló bioproduktív területek nagyságát (szárazföld és tenger együtt) biokapacitásnak nevezzük, ez jelképezi azt a területet, amely maximálisan rendelkezésre áll arra a célra, hogy a termékek, szolgáltatások iránti igényünket megtermeljük. A rendelkezésre álló biokapacitás és az ökológiai lábnyom különbsége azt a deficitet/szufficitet mutatja, amellyel lehetőségeinket túllépve más országokat vagy a jövő generációkat terheljük, illetve amely még rendelkezésünkre állhat igényeink növelésére. „Ökológiai szempontból problémás a biokapacitás módjának kiszámítása, hisz az intenzívebb termelés nagyobb biokapacitást eredményez, miközben ökológiai szempontból a monokultúrák kevésbé értékes területek. Közgazdasági szempontból azonban ez nem feltétlenül problémás, hisz a technológia valóban kitágította az eltartó képesség határait, ennek köszönhetően nem ütközünk malthusi korlátokba. A biokapacitás megnevezés azonban valóban nem szerencsés." (*Csutora, 2011*)

ELEMZÉS

Ökológiai lábnyom és GDP kapcsolata

A gazdasági fejlettség és a környezetterhelés nagysága között valószínűsíthető kapcsolat az ökológia lábnyom és GDP közötti korreláció alapján közepesnél erősebb (*York et al., 2004*). Ezért hipotézisünk szerint a korábbi időszakok ökológiai lábnyomát a GDP-adatokból meg tudjuk becsülni. Hipotézisünk ellenőrzésére az országos bontású EF- és GDP-adatsorok közötti kapcsolatot évenként Excel Analysis Tool Pack segítségével vizsgáltuk. Az ellenőrzést minden évre elvégeztük, de az eredményeket csak az 5. táblázatban szereplő évekre közöljük.

Az outlierek kizárása után, a determinációs együttható (R^2) értéke alapján

5. táblázat

Regressziós függvények (GDP-ökológiai lábnyom)

Év	Országok száma*	R^2	Fogyasztástól függő lábnyom (x = GDP)	Autonóm lábnyom**
1961	113	0,51	0,0004x	1,13
1962	119	0,53	*0,0004x*	*1,02*
1965	116	0,57	0,0004x	1,05
1970	118	0,54	0,0004x	1,16
1975	118	0,60	0,0004x	1,12
1980	118	0,63	0,0003x	1,16
1985	119	0,69	0,0003x	1,17
1990	118	0,66	0,0003x	1,26
1995	114	0,71	0,0002x	1,18
2000	114	0,73	0,0002x	1,16
2005	114	0,72	0,0002x	1,25
2008	113	0,75	*0,0002x*	*1,26*

Megjegyzés: * A GFN adattáblájában néhány jelentősen kiugró, feltehetően hibás adat szerepel. Ezért több ilyen, ún. *outliert* kihagytunk az elemzésből, például Mongólia, Kuvait, Ausztrália, Szaúd-Arábia, Bahrein, Puerto-Rico adatait egyes években. ** Autonóm lábnyom: az ökológiai lábnyom GDP-től független része.

Forrás: saját számítás

6. táblázat

Világ átlagos ökológiai lábnyoma

Évek	GFN-adatbázis alapján, gha/fő	Saját számítás alapján, gha/fő	Eltérés, %
1962	2,40	2,19	8,8
2008	2,69	2,78	–3,2

Forrás: GFN (2012), saját számítás

döntöttünk arról, hogy a lineáris regressziós modell segítségével tudjuk legjobban közelíteni a GDP-adatokból az ökológiai lábnyom értékét. Feltételezésünket 1961 és 2008 közötti évekre ellenőrizni tudtuk, hiszen az általunk számított ökolábnyom mellett rendelkezésre állt a GFN-adatbázisból származó átlagérték is. Az adatbázisban szereplő ökológiailábnyom-adatot a számított érték jól közelíti (6. táblázat). Az ellenőrzés eredménye nem következik automatikusan a vizsgálat módszeréből, mert a regressziós függvények az országos adatokból származnak, az ellenőrzés pedig a világ átlagadataival történt.

A modell alapján az ökológiai lábnyom egy része független a GDP-től (autonóm lábnyom), ennek értéke a különböző években 1,02 és 1,26 között változott. Másik része jövedelemtől függ, és 0,0004x, illetve 0,0002x összefüggés írja le, ahol x = GDP G-K $/fő. Vizsgálatunkban feltételeztük, hogy ez a kapcsolat az ökológiai lábnyom és a GDP között az 1961 előtti évekre is igaz. Modellünkbe két összetevő alapján két regressziós függvényt emeltünk be, amelyek a legnagyobb, illetve a legkisebb autonóm lábnyomot, illetve jövedelmi együtthatót tartalmazzák (a modellbe bevont regressziós függvények kiemelve szerepelnek az 5. táblázatban is).

$EF = 0{,}0004x + 1{,}02$

$EF = 0{,}0002x + 1{,}26$

A biokapacitás értéke a GFN-adatbázis alapján 2008-ban 1,8 gha/fő. Modellünkben először minden időszakra ezt a konstans biokapacitás-értéket használtuk.

Második becslésünkben a szakirodalmi adatok alapján azt feltételeztük, hogy a biokapacitás legjelentősebb alkotóeleme – a szántóterület – a vizsgált időintervallumban az erdőterület rovására növekedett. Ennek pontos mértékére szakirodalmi adatokat nem találtunk, így az 1961 előtti időszakokban a szántóterület helyett csak erdőterülettel számoltunk, a kisebb ekvivalenciafaktor miatt (4. táblázat) leértékelve a korábbi időszakok biokapacitását. A módosított biokapacitás értéke óvatos becslésnek tekinthető, a tényleges érték feltehetően nagyobb volt, mint az általunk kalkulált (7. táblázat).

7. táblázat

Biokapacitás szerkezete 2008-ban (gha/fő)

Földhasználat	Összesen	Ebből szántóterület
GFN (2012)	1,78	0,58
Módosított érték	1,49	0,29*

Megjegyzés: * Saját számítás eredménye: a szántóterület eredeti értékét osztottuk a szántó EQF-faktorával és szoroztuk az erdő EQF-faktorával: 0,58/2,51×1,26.
Forrás: GFN (2012), saját számítás

Modellünkben az 1961 előtti évekre 4 ökológiailábnyom-becslést kaptunk, mivel a két kiválasztott regressziós függvénybe (5. táblázat) behelyettesítettük a *Maddison* és a *Bolt – van Zanden*-féle GDP-kalkuláció eredményét (1. táblázat), valamint két biokapacitás-értéket kaptunk, az eredeti és a korrigált számítás alapján (7. táblázat). Eredményeinket öt kiemelt időpontra mutatjuk be. A teljes népességre vonatkozó ökológiai lábnyomot minden időszakban elosztjuk a teljes biokapacitással, a százalékban kifejezett értékkel a Föld telítettségét fejezzük ki: minél nagyobb ez az érték, annál nagyobb részét használjuk fel az erőforrásainknak. A modellbe így 8 telítettségi érték került.

8. táblázat
A világ népessége, ökológiai lábnyoma és biokapacitása a mezőgazdaság kialakulásától napjainkig

Év	„Mezőgazdaság kialakulása" (Kr. e. 10 000)	„Civilizáció megjelenése" (Kr. e. 3000)	„Nagy európai hódítások" (1500)	„Tudományos-technikai forradalom" (1820)*	2008
A világ teljes népessége, millió fő	4	14	438,43	1 041,71	6 694,83
Össz-GDP, Mrd G-K $	1,87	6,53	248,32	693,5	50 973,94
Ökológiai lábnyom, gha/fő	1,21	1,21	1,25	1,29	2,7
Biokapacitás, gha/fő	2 493,82	712,52	22,75	9,58	1,79
Ökolábnyom/ biokapacitás, %**	0,05	0,17	5,48	13,48	*150,84*
Ökolábnyom/ biokapacitás, %***	0,04–0,06	0,15–0,19	4,59–6,04	11,24–14,55	–

Megjegyzés: * A Maddison adatbázisban a vizsgált időszakra pontosan erre az évre vonatkozó adatot találunk. ** A hányadost nevezhetjük a Föld telítettségének. *** Telítettség legalacsonyabb és legmagasabb értéke a teljes modell 8 adatsora alapján.
Forrás: saját számítás Maddison (2008) adatai alapján

EREDMÉNYEK

A fejezetben a modell elemzésének eredményeit kívánjuk bemutatni.

A 8. táblázatban az (1) regressziós függvénybe behelyettesített *Maddison (2008)* adatbázisból származó GDP-értékekkel kalkulált ökológiailábnyom-adatok és a módosított értékkel kalkulált biokapacitásérték szerepel. Modellünkben az ökológiai lábnyom a GDP függvénye, így a történelem során a GDP növekedésének hatására a teljes ökológiai lábnyom nagysága jelentősen nőtt, az egy főre eső ökológiai lábnyom csak kismértékben változott. Feltételezésünk szerint a biokapacitás teljes nagysága a korábbi korszakokban is független volt a GDP értékétől, ezért konstans értéknek vettük, így a népesség növekedésével az egy főre eső biokapacitás jelentősen csökkent. A 3. ábrán látható, hogy a 20. századig a népesség számának növekedése meghaladta a Föld telítettségének növekedését. A 3. ábra jobb oldali tengelyén a világ népességét, bal oldali tengelyén a „Föld telítettségét" ábrázoltuk.[8]

Számításaink szerint a „Föld telítettsége" és népessége az egyes ugrások között arányosan változott (9. táblázat). Az egyes ugrások közötti időtartam nagymértékben különbözik, a 3. és a 4. ugrás között 7000 év telik el, míg a 6.-tól napjainkig csak 180 év. Ezért az egyes adatsorok értékeit kisimítottuk, a 9. táblázat „a" és „b" sora a 100 évenkénti átlagos változás nagyságát mutatja az egyes ugrások között. A korábbi időszakokban a népesség és a Föld telítettsége közel azonos mértékben változott (9. táblázat „c" sora), 1820-tól a telítettség növekedése közel két és félszerese a népesség növekedésének.

KÖVETKEZTETÉSEK

Következtetéseinket négy lehetséges kritika köré építjük fel:

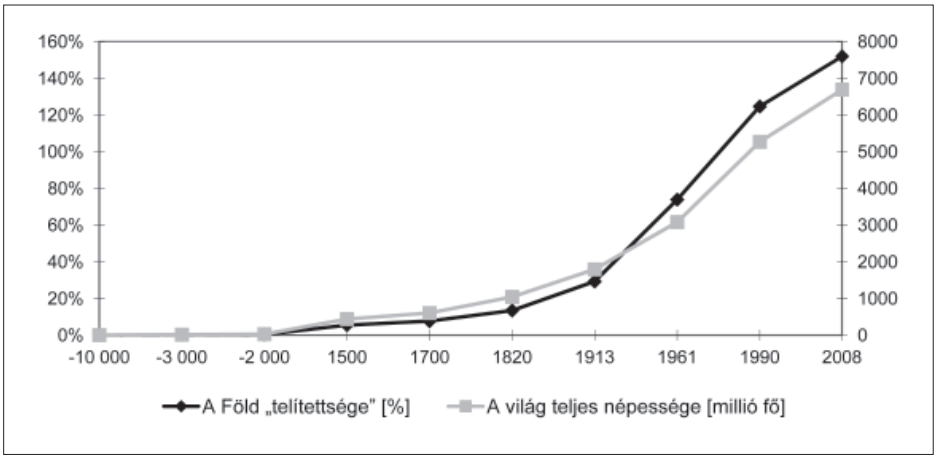
1. Mi igazolja, hogy a jelenben fennálló kapcsolat a GDP és az ökológiai lábnyom között a korábbi időszakokban is igazolható volt?

Az összefüggés jelenlegi tudásunk alapján nem igazolható, de nem is cáfolható. Pontosabb, nagyobb biztonsággal becslő

[8] Az ábrán a függvények pontosabb illesztése miatt a cikkben kiemelt időpontokhoz képest több időpont adatait tüntettük fel. Az ábra osztásközei nem időarányosak.

3. ábra

Világ népességének és a Föld telítettségének változása



Forrás: saját számítás Maddison (2008) és Kremer (1993) adatai alapján

9. táblázat

A világ népességének és a Föld „telítettségének" változása

		Kr. e. 10 000 és Kr. e. 3000 között	Kr. e. 3000 és 1500 között	1500 és 1820 között	1820 és 2008 között
	Időtartam	kb. 7000 év	kb. 4500 év	320 év	188 év
a	A világ népességének változása (millió fő/100 év)	0,14*	9,43	188,53	3141,17
b	A Föld „telítettségének" változása 100 évenként (arány)	0,17**	11,8	250	7696
c	b/a	1,2	1,25	1,33	*2,45*

Megjegyzés: * Számítás módja: népesség különbsége (8. táblázatból) osztva az évek számával. Kiemelt időpontra: (14–4)/70 = 0,14.
** Telítettség változása (8. táblázatból) osztva az évek számával: Kiemelt időpontra (0,17–0,05)×100/70 = 0,17.

Forrás: saját vizsgálat

módszert azonban nem ismerünk. Az irodalomból ismert 1926-ra vonatkozó becslés szerint (*Haberl et al., 2001*), amely 3 különböző módszerrel határozta meg Ausztria ökológiai lábnyomát, rendkívül pontatlan eredményt adott, az egy főre eső lábnyom értéke 2,5 és 5,5 gha/fő között változott. A GDP alapján történő kalkuláció biztosan nem tekinthető pontosnak, de az igazolható, hogy a 19. századig bármekkora változások történtek is az emberiség történetében, a tűz kialakulásától a tudományos-technikai forradalomig, a népesség és a GDP (ezzel együtt modellünk szerint az ökológiai lábnyom is) együtt változott. A számítás pontossága (két regressziós becslő függvény, korrigált biokapacitás) az eredményt lényegesen nem módosította (8. táblázat utolsó sora).

2. Hogyan lehet lineáris regressziós függvényekkel valószínűsíthetően exponenciális összefüggéseket leírni?

A lineáris összefüggés az egyes években az országok GDP-je és ökolábnyoma között figyelhető meg, amellyel jól közelíthető az átlagos ökológiai lábnyom nagysága, vagyis a lineáris kapcsolat egy időpontra vonatkozik és nem az idősorokra. Tanulmányunkban az ökológiai lábnyom értékét az egyes évek GDP-je alapján és nem az idősorok

utilization. The results are highlighted?. Concerning the dry weight yield: the "Szarvasi-1" clearly exceeded the corn used as reference, concerning the methane production the "Szarvasi-1" energy grass reached the highest level in all tasted plants. Therefore it can replace maize in biogas production in addition to the improvement of food and fodder safety.

Based on the CBA calculation of the cultivation, it can be established that the 10 years projected cultivation of "Szarvasi-1" energy grass as biogas material has a net present value of € 1,055,232 , while in the case of silage maize is EUR 753,993 . Looking at the unit cost seems that the cost of "Szarvasi- 1" energy grass is about half of the silage maize.

ESTIMATE OF HISTORICAL ECOLOGICAL FOOTPRINT FROM FORMATION OF AGRICULTURE TODAY

By: Szigeti, Cecília – Tóth, Gergely

Keywords: population, biocapacity, GDP, Maddison, „Earth fullness".

The ecological footprint is by far the most widespread and popular alternative indicator. It is best suited for temporary comparisons, much less applicable to compare regions, products or companies. However, data has been published by the think-tank Global Footprint Network since 1961 only, so until now, the indicator cannot be used in historical perspectives. We would like to add this data row to the historical statistics 'scientific movement'. In our model we found an extremely strong correlation between the ecological footprint and GDP, so we were able to estimate the long term EF of the world from historic GDP data, and to compare it with the corresponding figures of world population and biocapacity. We show the proportion we use from the total reproduction of planet Earth in different ages. We coined this "Earth fullness". In the current study we present our results in the ages of the "big jumps" of mankind. From our analysis we have drawn the consequence that the primary factor of unsustainability is overconsumption, not population growth (which tends to culminate anyway). This is because for almost 12 thousand years the fullness of the Earth changed proportionally to the growth of the population, however there has been a dramatic change from the beginning of the industrial revolution and the spread of the current economic paradigm (approximately 1820). The level of consumption and Earth fullness far exceeds the population growth – for the first time in history.

A SURVEY OF CUSTOMER SATISFACTION IN THE SALES OF AGRICULTURAL MACHINES

By: Boll, Anikó

Keywords: marketing, satisfaction, agricultural machine manufacturer, service, quality.

The production and market distribution of agricultural machines have changed markedly over the past two decades. There has been a slight increase in the sales of machines on a European level. The most powerful change is connected to a current issue in Hungary, the changes in traders and distributors in western agriculture. While the