

KOVÁCS ANTAL FERENC

Növekedés és fenntarthatóság a „GDP-n túl” – a Dasgupta-modell empirikus vizsgálata

A természeti környezet és a gazdasági növekedés fenntarthatósága közötti összefüggések vizsgálata az elmúlt időszakban a tudományos és politikai érdeklődés egyik meghatározó témakörévé vált. A cikk a fenntarthatóság „GDP-n túli”, vagyoni szemléletű keretrendszerében a vagyon, ennek részeként a természeti tőke változása és a gazdasági növekedés – azaz a jövedelem – közötti oksági összefüggések elemzését mutatja be a GDP és a GNI mint hagyományos jövedelmi mutatók, valamint a fenntarthatósági mutatónak tekinthető módosított nettó nemzeti jövedelem (*Adjusted Net National Income, ANNI*) esetében. A regressziós elemzés alapja a természeti tőkével kiterjesztett Solow–Swan-féle modell Dasgupta által a közelmúltban közölt változatának termelési függvénye. A kutatás megerősíti a természeti tőke változásának gazdasági növekedésre gyakorolt hatását, ugyanakkor rávilágít a természeti tőke értékelésének, valamint a konzisztens adathasználatnak a fontosságára.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: Q01, Q56, O44, O47.

Bevezetés

A fenntarthatóság fogalmára és annak mérésére a természet- és társadalomtudományok egyes területei fogalmazzák meg és alakítják ki saját fogalmaikat és narratíváikat, amelyek alapján formálódik az adott szakterület diskurzusa. A társadalmi-gazdasági rendszer fenntarthatóságának jellemzésére számos olyan, kompozit jellegű mutató terjedt el a gyakorlatban, amelyek különböző ökológiai és társadalmi ismérv adatainak integrálásával – köztük a GDP módosításával – igyekeznek megragadni mintegy időbeli keresztmetszetként a gazdaság működésének „fenntarthatóságát”.

* A kutatás az Európai Unió, Magyarország és az Európai Szociális Alap társfinanszírozása által biztosított forrásból az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00007. számú „Tehetségből fiatal kutató” – A kutatói életpályát támogató tevékenységek a felsőoktatásban című projekt keretében jött létre.

Ilyen mutató például a környezeti teljesítmény indexe (*Environmental Performance Index, EPI*), a boldog bolygó indexe (*Happy Planet Index, HPI*), a fenntartható gazdasági jólét mutatója (*Index of Sustainable Economic Welfare, ISEW*) stb. (Salamin–Széchy [2021]). Ezek a mutatók lényegében egyfajta tudományos konszenzuson alapulnak, de matematikailag leírt elmélet hiányában nem alapozzák meg a szakpolitikák és a társadalmi-gazdasági rendszer fenntarthatósága közötti oksági összefüggések vizsgálatát. Ezekkel a mutatókkal szemben – a fenntarthatóság hosszú távú szemléletű, vagyoni keretrendszerében – a vagyon változása olyan makroökonómiai elmélettel alátámasztott fenntarthatósági mutató, amely lehetővé teszi oksági összefüggések értelmezését és vizsgálatát a makroszintű megtakarítások, a vagyonképződés és a jövedelmek között. A gazdasági növekedés fenntarthatóságának vagyoni szemléletű empirikus kutatását szolgálja a Világbank nyílt hozzáférésű vagyoni adatbázisa, amelynek adataival nemcsak a nemzetek gyenge és szigorú kritérium szerinti fenntarthatósága vizsgálható, hanem lehetőséget nyújt a környezeti tőkével kibővített makroökonómiai növekedési modellek empirikus vizsgálatára is (Lange–Naikal [2021]). Egy másik, az ENSZ statisztikai osztályához kapcsolódó,¹ nyilvánosan nem elérhető Inclusive Wealth adatbázis (Managi–Kumar [2018]) elméleti alapja azonos a világbanki adatbáziséval (WBOD), azonban módszertana eltér tőle.

A fenntarthatóság vagyoni szemlélete visszavezethető a Brundtland-jelentésben megfogalmazott, jól ismert definícióra,² amely alapján a fenntarthatóságot a politikai filozófia a generációk közötti igazságosság (*intergenerational justice*) kérdésében ragadja meg, a neoklasszikus közgazdaságtan pedig a javak generációk közötti megosztásának problémájaként értelmezi (Meyer [2021]). A két értelmezést összeköti a *jóllét* fogalma, amelynek a nemcsökkenése a közgazdasági elmélet szerint a fenntarthatóság kritériuma (Arrow és szerzőtársai [2010], Pearce–Atkinson [1993]). A generációkon átívelő jóllét változása követi a vagyon, vagyis a társadalmi-gazdasági rendszer rendelkezésére álló tőkeelemek összességének a változását, ezért a vagyon változása fenntarthatósági mutató (Arrow és szerzőtársai [2010]). A fenntarthatóság vagyoni szemléletének elméleti szakirodalma igen gazdag (Arrow és szerzőtársai [2010], [2013], Dasgupta [2021], Fenichel–Abbott [2014], Hartwick–Hamilton [2014]), és folyamatosan bővül az empirikus kutatásokat lehetővé tevő adatbázisok megjelenésével (Lange és szerzőtársai [2021], Managi–Kumar [2018]).³ A fenntarthatóság gyenge kritériuma szerint a vagyonelemek összessége (a termelt tőke, az emberi tőke, a természeti tőke és a társadalmi tőke összege) nem csökkenhet, a szigorú kritérium viszont nem engedi meg a kritikus természetitőke-elemek (ökoszisztémák) csökkenését. A Világbank 146 ország adatait tartalmazó vagyoni számlák (*Wealth Accounts*) adatbázisa szerint az 1995–2018 közötti időszakban az országok 14 százaléka nem

¹ Az Inclusive Wealth adatbázist Shunsuke Managi és kutatócsoportja gondozza (Managi–Kumar [2018]).

² „A fenntartható fejlődés a fejlődés olyan formája, amely a jelen igényeinek kielégítése mellett nem fosztja meg a jövő generációit saját szükségleteik kielégítésének lehetőségétől.” (Brundtland [1988].)

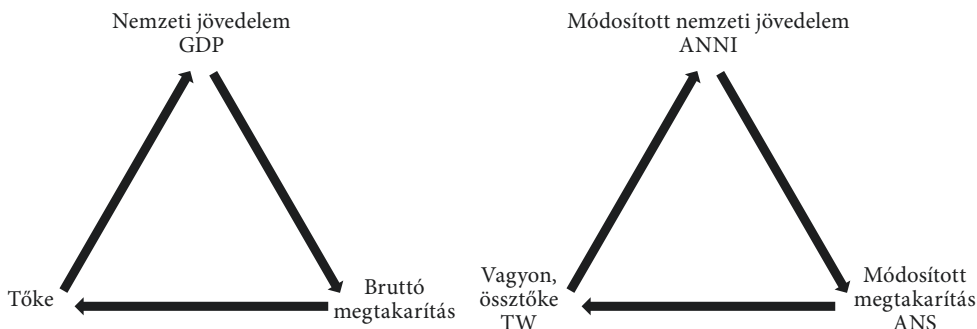
³ A növekedés fenntarthatóságának kérdése már a 20. század első felében megjelent a közgazdasági gondolkodásban (lásd például Fisher [1906]). A környezet és a gazdasági növekedés összefüggéseinek elméleti és empirikus áttekintését adja Brock–Taylor [2005].

felelt meg a gyenge kritérium szerinti fenntarthatóságnak, és 58 százaléka nem teljesítette a fenntarthatóság szigorú kritériumát (Kovács [2023]).

A gazdasági növekedéssel kapcsolatos empirikus kutatások hagyományosan a GDP, a megtakarítások és a termelt, fix tőke (gépek, berendezések, infrastruktúra, épületek) képződése közötti összefüggéseket vizsgálják (Acemoglu [2009], Barro–Sala-i-Martin [2004], Piketty [2015]), azonban lényegében konszenzus alakult ki abban a tekintetben, hogy a GDP nem alkalmas a társadalmi-gazdasági rendszer fejlődésének hosszú távú szemléletű leírására (Csath [2023], Stiglitz és szerzőtársai [2010], [2018], Kubiszewski és szerzőtársai [2013]). A fenntarthatósági szempontok megjelenítése érdekében számos, a hagyományos mutatók módosításával szerkesztett mérőszámot dolgoztak ki, amelyek egyfajta átmenetet képeznek a fejlődés jövedelemáram- (flow) alapú leírása helyett a vagyonváltozás vizsgálatának irányába. Ebben az értelmezésben nyílik lehetőség a jövedelemtermelés, a megtakarítások és a vagyon képződése közötti hosszú távú szemléletű összefüggések elemzésére a *módosított nettó nemzeti jövedelem* (Adjusted Net National Income, ANNI), a módosított nettó megtakarítás (Adjusted Net Savings, ANS) és az *össztőke* (Total Wealth, TW) mutatók a Világbank adatbázisában (<https://data.worldbank.org/>) elérhető adatainak alkalmazásával (1. ábra). A mutatók definícióját és számítási módszerét a *Függelék F1. táblázata* tartalmazza.

1. ábra

A gazdasági növekedés empirikus vizsgálatának mutatói hagyományos szemléletben (bal oldali ábra) és fenntarthatósági szemléletben (jobb oldali ábra)



Forrás: Kovács [2023].

Az ANNI, az ANS és a TW mutatók változókként használhatók a környezeti szemléletű makroökonómiai növekedési modellek empirikus vizsgálata során, amelyek fő kutatási irányairól Niu és szerzőtársai [2022] ad áttekintést. A szerzők hangsúlyozzák a környezetpolitika és a gazdaságpolitika összekapcsolásának – vagyis a gazdaságpolitikát szolgáló új környezeti makroökonómia – szükségességét, lehetővé téve az ökológiai környezet és a gazdasági tevékenység közötti komplex összefüggések empirikus vizsgálatát. Ehhez illeszkednek a hagyományos neoklasszikus növekedési modellek természetitőke-változókkal kiterjesztett változatai.

Az új modellek sorába tartozik Dasgupta fenntarthatósági makroökonómiai modellje (Dasgupta [2021] 4. fejezet, 13. o.), amely lényegében a neoklasszikus

növekedési modellek kiegészítése a megújuló és nem megújuló természeti tőke – mint termelési tényezők –, valamint a gazdaság bioszférába való beágyazottságának figyelembevételével (Kovács [2022]). Az erősen stilizált Dasgupta-modell Cobb–Douglas-formájú termelési függvényének logaritmikus átalakításával nyerhető az a forma, amellyel a modell empirikusan, lineáris regresszióval vizsgálható (Esfahani–Ramírez [2003]). Jelen cikk egy erre a módszerre alapozott kutatást mutat be világbanki adatok felhasználásával, ami a természeti tőke és a jövedelem változása közötti oksági összefüggés vizsgálatát célozza.

A tanulmány felépítése a következő: a szakirodalom bemutatása után áttekintjük a közgazdaságtan neoklasszikus makroökonómiai növekedési modelljeit, illetve a Dasgupta-modellt. Majd ismertetjük hipotéziseinket, a kutatási módszerünket és a felhasznált adatokat, amit az elemzés és a vizsgálati eredmények bemutatása követ. Végül az írást diszkusszió és összefoglalás zárja.

Szakirodalmi áttekintés

A fenntarthatóság vagyoni szemlélete, illetve vagyoni szemléletű vizsgálata több évtizede jelen van a közgazdasági gondolkodásban. Ezt érzékelteti számos olyan, nagy jelentőségű összefoglaló munka megjelenése, mint a Világbank tematikus sorozatának legfrissebb – A nemzetek változó gazdagsága. A vagyon kezelése a jövő érdekében című – kiadványa (World Bank [2021]) vagy az ENSZ statisztikai osztályához köthető Inkluzív jólétről szóló jelentés (Managi–Kumar [2018]). A két kiadvány két, egymással párhuzamosan fejlődő kutatási program beszámolójának is tekinthető, amelyek lényegében ugyanarra az elmúlt évtizedekben kidolgozott elméleti háttérre támaszkodnak (Arrow és szerzőtársai [2010], Hartwick–Hamilton [2014], Pearce–Atkinson [1993], de az empirikus vizsgálatokhoz külön adatbázisokat építenek. A Világbank által fejlesztett vagyoni számlák adatbázisa, amelyre a szakirodalom A nemzetek változó gazdagsága (Changing Wealth of Nations, CWON) adatbázisként hivatkozik, nyilvánosan elérhető és felhasználható (<https://data.worldbank.org/>), az Inkluzív jólétről szóló jelentés adatbázisa nem nyilvános. A két kutatás statisztikai háttére kapcsolódik, mert a hagyományos nemzeti számlák (System of National Accounts, SNA) mellett mind a kettő támaszkodik az ENSZ környezeti gazdasági számlák rendszere (System of Environmental Economic Accounting, SEEA) 2019. évi adataira (<https://seea.un.org/>), illetve az SEEA elsődleges forrását jelentő nemzeti környezeti statisztikákra. Az SEEA-t a 2010-es évektől vezették be az ENSZ-tagországok statisztikai rendszereibe, amelyek alapján állítják elő a CWON adatbázisban a nem megújuló természetitőke-számlákat is. A megújuló természeti tőke, azaz a fa- és halállomány, a mangrovék és az ökoszisztémák számláinak előállításához a közelmúltban megkezdődött az SEEA-szabvány ökoszisztéma-számlákkal kiterjesztett változatának bevezetése a nemzeti statisztikai rendszerekbe.⁴

⁴ Az Európai Unió tagországaiban az INCA projekt (Integrated system for Natural Capital and ecosystem services Accounting) alapozza meg az ökoszisztéma-számlák nemzeti statisztikai rendszerekbe történő bevezetését. Az ökoszisztéma-számlák magyarországi implementációjához a Nemzeti Ökoszisztéma-szolgáltatás, -terképezés és értékelés projekt (NÖSZTÉP) projekt nyújt támogatást (Kisné Fodor [2023]).

A jelen cikkben bemutatott kutatás a CWON adatait használja, ezért a továbbiakban ennek a részleteit tárgyaljuk.

A CWON adatbázisban jelenleg 146 ország, vagyis a világ országai körülbelül kétharmadának⁵ vagyoni adatai érhetőek el (*Lange és szerzőtársai* [2021]) a következő osztályozás szerint: termelt tőke (*produced capital*),⁶ emberi tőke (*human capital*), természeti tőke (*natural capital*) és nettó külföldi eszközök (*net foreign assets*). Az adatbázisban különválnak a nem megújuló és a megújuló természeti tőke elemeinek adatai. Az egyes vagyonelemek adatainak módszertani leírását a *Függelék F1. táblázata* tartalmazza.

A CWON adatbázis felhasználásával Kovács [2023] összehasonlító módon elemezte az ország jövedelemcsoportok szerinti egy főre jutó vagyonának, illetve vagyonelemek nagyságát. Az adatbázisban szereplő adatok szerint a világ leggazdagabb országában 2018-ban az egy főre jutó vagyon több mint két nagyságrenddel nagyobb volt, mint a legszegényebb országban (1 280 000 dollár/fő, illetve 4600 dollár/fő), amely különbség az OECD-országokon belül is többszörös (1 280 000 dollár/fő, illetve 43 100 dollár/fő). A későbbiekben a 9., 10. és 11. táblázat a globális, az OECD-, illetve az EU-országok vagyoni statisztikáit mutatja. Az ilyen mértékű vagyoni különbség felhívja a figyelmet, hogy vajon megalapozottak-e a fejlett és kevésbé fejlett országok közötti gazdasági konvergenciával kapcsolatos várakozások és célkitűzések. Ha elfogadjuk, hogy a vagyon a javak és szolgáltatások forrása a jelenben és a jövőben, akkor felmerül a kérdés, hogy a többszörös vagyoni különbség mellett milyen valós esély van a fejlődő országok gazdasági felzárkózására. A konvergencia lehetőségének vagyoni különbségek alapján történő intuitív kilátásait alátámasztják az elmúlt évtizedek statisztikai adatainak elemzése (*Barro–Sala-i-Martin* [2004] 1–5. o.). A vagyon és a jövedelem összefüggéseivel kapcsolatban a Világbank 2021-es jelentése a vagyoni számlák adatbázisának idősorai alapján a következő megállapításokat teszi (*World Bank* [2021]).

- Az 1995–2018 közötti időszakban a globális vagyon 91 százalékkal nőtt. A fejlett országok vagyonának részaránya csökkent, a közepes jövedelmű országoké, ha lassan is, de nőtt.

- 26 országban az egy főre jutó vagyon stagnált vagy csökkent, beleértve néhány fejlett országot is.

- A GDP-növekedés lényegében minden országban jelentősen meghaladta a vagyon növekedését. Ez az alacsony jövedelmű országokban volt a leginkább szembetűnő, ami mind a gazdaságok stabilitása, mind a felzárkózás kilátásai szempontjából aggasztó jel, ugyanis a felzárkózás feltétele a vagyon nagyobb arányú felhalmozása.

- A megújuló természeti tőke minden jövedelmi országcsoportban növekedett, és 2018-ban a globális vagyon 3 százalékát tette ki.

- Globálisan a legtöbb országban az emberi tőke a legjelentősebb vagyonelem (globális átlag: 64 százalék).

⁵ 2018-ban a vagyoni számlák adatbázisában szereplő országok a világ GDP-jének több mint 95 százalékát adták.

⁶ A termelt tőke magában foglalja a gépek, berendezések, épületek, lakó és nem lakó városi földterületek értékét.

A világbanki jelentéshez kapcsolódóan a CWON adatbázis alapján megállapítható, hogy az 1995-2018 közötti időszakban az adatbázisban szereplő országok 14 százaléka nem felelt meg a fenntarthatóság gyenge kritériumának, az országok 58 százaléka esetében pedig a társadalmi-gazdasági rendszer működése a szigorú kritérium szerint nem volt fenntartható (Kovács [2023]). A Világbank jelentésében megjelent tanulmányok között *Cust-Ballesteros* [2021a] a nemzetek szintjén tárgyalja a gyenge és erős fenntarthatóság kérdését. A szerzők azzal érvelnek, hogy a természeti erőforrásokban gazdag országokban a megfelelő gazdaságfejlesztési stratégia a vagyoni diverzifikáció, azaz a különböző tőketípusok közötti megfelelő arányokra való törekvés lenne – szemben az exportdiverzifikáció széleskörűen elterjedt gyakorlatával. A szerzők szerint a vagyoni diverzifikáció az energiaátmenet várható hatásaival szemben is jobban hozzájárulhat ezen gazdaságok ellenálló képességének, robusztusságának növeléséhez, illetve erősítéséhez. *Cust-Ballesteros* [2021a] azt találja, hogy a vagyoni csökkenése rendszerint együtt jár az egy főre jutó megújuló természeti tőke csökkenésével, és következésképpen a megújuló természeti tőke védelme és fejlesztése jobb gazdasági eredményekkel hozható összefüggésbe.

A szerzőpáros egy, a világbanki kötetben megjelent másik tanulmányban a tőkeeszközök arányának a makrofiskális politika, elsősorban a külső egyensúly és a megtakarítások GDP-növekedésre, valamint a gazdaság külső hatásokkal, sokkokkal szembeni ellenálló képességére, robusztusságára gyakorolt hatását elemzi (*Cust-Ballesteros* [2021b]). A szerzők a kiválasztott országokra, országcsoportokra vonatkozóan rámutatnak, hogy a vagyoni és a jövedelmek alakulásának hosszú távú trendjeivel szoros összefüggésbe hozható az eladósodottság mértéke, a nem megújuló természeti erőforrások exportjából származó jövedelmek aránya, illetve ezen tőkeelemek súlya az összes vagyoneszköz arányában. További vagyoni- és jövedelemképződést meghatározó tényezőként foglalkoznak a szerzők az intézményi tőke, a kormányzati hatékonyság, a jogállamiság stb. szerepével. Ezeknek az összefüggéseknek a vizsgálatához mások mellett egy-egy ország politikai intézményeinek értékeléséhez a CPIA (*Country Policy Institutional Assessment*) mutatót és a WGI (*World Governance Indicator*) mutatót használják.

A vagyoni szemléletű fenntarthatóság szakirodalmának ENSZ-kutatásokhoz kapcsolható fontos forrása a rendszeresen megjelenő *Inclusive Wealth Report* kiadványsorozat (*Managi-Kumar* szerk. [2018]), amelynek központi témája – a Világbank tanulmánykötet-sorozatához hasonlóan – a nemzetek vagyona, illetve annak globális változása. A sorozatban az elméleti átfogó vagyoni/befogadó vagyoni mutató közelítésére a befogadó vagyoni (*Inclusive Wealth, IW*) gyakorlati mutatóját használják, illetve bevezetik a befogadó vagyoni fenntarthatósági mutatót (*Inclusive Wealth Index, IWI*) (*Kumar-Smith* [2018]). A befogadó vagyoni definíciója: a termelt, az emberi és természeti tőke árnyékárak szerinti súlyozott összege (*Arrow és szerzőtársai* [2010]). A tőkeelemek és az árnyékárak meghatározásának módszertana azonban eltér a CWON adatbázisban szereplő, a vagyoniszámla-adatok előállításának főleg piaci alapú módszertanától, és kísérletet tesz a tőkeeszközök társadalmi értékének becslésére. Ez az értékelési módszer lényegében a várható jövőbeli pénzáramok jelenértékének valamiféle megragadását jelenti, természetesen olyan érzékeny problémák

előtérbe helyezését, mint a megfelelő diszkontráta kérdése. A módszertan pontos leírását az ENSZ-jelentés módszertani melléklete tartalmazza (*Managi–Kumar* szerk. [2018] Annex).

A *Managi–Kumar* (szerk.) [2018] 140 ország vagyoni adatait dolgozta fel az 1990–2014 közötti időszakra, amely szerint:

- a befogadó vagyon 135 országban nőtt a vizsgált időszakban;
- globális szinten a vagyon 44 százalékkal nőtt, ami éves szinten 1,8 százalékos átlagos növekedést jelent; ugyanezen időszak alatt a globális GDP évi 3,4 százalékkal növekedett, ami a befogadó vagyon növekedésének csaknem kétszerese;
- az egy főre jutó befogadó vagyon és a módosított befogadó vagyon⁷ a 140 országból 89-ben, illetve 96-ban növekedett az 1990–2014 közötti időszak alatt;
- a termelt tőke növekedésével párhuzamosan (de kisebb arányban) nőtt az emberi tőke, a természeti tőke azonban csökkent;
- 2014-ben globálisan a teljes vagyonban a termelt tőke 21 százalékot, az emberi tőke 59 százalékot, a természeti tőke 20 százalékot képviselt.

Az IW-adatok szerint a természeti tőke viszonylag magas aránya (amely a CWON-adatok szerint mindössze 3 százalék) a becslési módszerek valószínűsíthető lényeges különbözőségére utal.

A 2018-as ENSZ-jelentés és a 2021-es Világbank-jelentésben megfogalmazott fő megállapítások lényegében hasonló trendeket vázolnak fel a globális fenntarthatóság tekintetében (*Managi–Kumar* szerk. [2018] Annex, *World Bank* [2021]). A módszertani eltérések ellenére mindkét dokumentum hangsúlyozza, hogy a jövedelmek növekedése mintegy kétszeresen haladta meg a vagyon növekedését, ami intuitíven felveti a fenntarthatóság kérdését. Az ENSZ-jelentés szerint az egy főre jutó vagyon az országok körülbelül 35 százalékában csökkent (1990–2014), azaz az adott országok működése nem felelt meg a fenntarthatóság gyenge kritériumának. Összehasonlításképpen, az előzőekben közöltek szerint a CWON-adatok elemzése alapján a fenntarthatóság gyenge és szigorú kritériumának az országok 14 százaléka, illetve 58 százaléka nem felelt meg. A fenntarthatósági trendek tehát hasonlóak, de az eltérő arányok rámutatnak a két jelentés közötti jelentős módszertani eltérésekre.

Növekedési modellek

A modern növekedélmélet alapját az 1950-es években Robert Solow és Trevor Swan fektette le, amelyről *Tőkés* [2022] nyújt átfogó elemzést az elmúlt évtizedeket jellemző növekedési elméletek és modellek perspektívájából. A Solow–Swan-féle neoklasszikus növekedési modell még nem veszi figyelembe a gazdaság növekedésének környezeti, bioszférakorlátját. A természeti tőke termelési tényezőként való figyelembevétel már egy következő korszakban, a környezetgazdaság-tan megjelenésével kerül előtérbe, és

⁷ A módosított befogadó vagyon számítása a befogadó vagyon teljes tényezőtermelékenységgel, az olajjárváltozással és a légköri szén-dioxid mennyiségi növekedése okozta károkkal történő módosítása.

lényegében az 1970-es évtizedtől egyre intenzívebben foglalkoztatja az elméleti közgazdáságot. A természeti tőke, a technológiafejlődés és a növekedés összefüggéseinek formálódását, valamint az elmélet és az empiria fejlődését tárgyalja Brock–Taylor [2005], továbbá az egyes termelési tényezők helyettesíthetőségét és Daly [1994], [1996] állandósultállapot- (*steady-state*) fogalmának értelmezését tárgyalja (England [2000]).

Brock–Taylor [2010] négy, a gazdaság és a környezet kapcsolatát leíró modellt ismertet. Ezek egyike a környezeti hatásokkal kiterjesztett zöld Solow-modell, amelynek termelési függvénye Hess [2016] nyomán:

$$Y(t) = A(t)F[K(t), L(t), R(t)], \tag{1}$$

ahol $Y(t)$ a kibocsátás, $A(t)$, $K(t)$, $L(t)$ és $R(t)$ rendre a technológia (termelékenység), a termelt, fizikaitőke-állomány, az emberitőke-állomány, illetve a (nem megújuló) természeti erőforrások állománya mint termelési tényezők.

A dinamikus készlet-áram függvények a modell lényegi egyszerűsítő alapvetéseit fejezik ki:

$$I(t) = S(t), \tag{2}$$

$$S(t) = sY(t), \tag{3}$$

$$L(t) = L(0)e^{nt}, \tag{4}$$

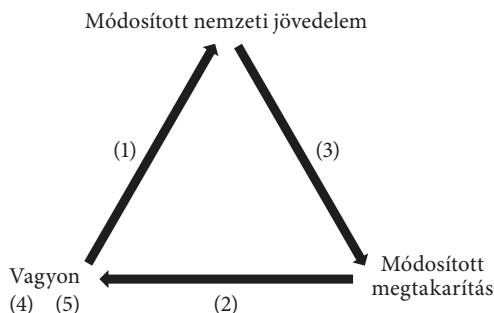
$$R(t) = R(0)e^{-ut}, \tag{5}$$

ahol a (2)–(4) egyenletek rendre a makroökonómiai egyensúlyi egyenlet, a megtakarítási függvény és a munkaerő-kínálati függvény [$I(t)$ beruházási, $S(t)$ megtakarítási, $L(t)$ munkaerő-kínálati függvények]. Az (5) egyenlet a természeti erőforrások [$R(t)$] u százalékos állandó csökkenésének feltételét fejezi ki. A modell szerint a gazdaság zárt, állandósult (*steady-state*) állapotban van, a növekedés pedig nem korlátos.

A Solow-modell egyenletei elhelyezhetők a fenntartható gazdasági növekedés megtakarítás–vagyon–jövedelem ciklusában a 2. ábrán lévő háromszög egyes oldalain.

2. ábra

A módosított Solow-modell egyenletei a fenntartható gazdasági növekedés makroökonómiai ciklusának rendszerében



Forrás: saját szerkesztés.

Az (1) módosított Solow-modell termelési függvénye az átfogó vagyon–jövedelem oldalán, a (2) egyensúlyi egyenlet a megtakarítás–átfogó vagyon oldalán, a (3) megtakarítási függvény a jövedelem–megtakarítás oldalán helyezhető el. A munkaerő–állomány (emberi tőke) és a természetitőke–állomány mint exogén tényezők változását leíró egyenletek [(4) és (5)] az átfogó vagyon változásához kapcsolódnak.

A környezeti tényezők hatását figyelembe vevő modellek közelmúltban megjelent példája *Bretschger–Valente* [2023] javaslata, amely szintén a neoklasszikus növekedési modellre épül, és a környezeti tényező mellett a növekedés további szempontjait is tükrözi. A modell a termelési függvényből és hat dinamikus készlet–áram függvényből áll.⁸ A termelési függvény a következő:

$$y(t) = y[a(t), k(t), l(t), b(t), r(t), q(t)], \quad (6)$$

ahol a kibocsátást (y) az időben átívelően számos input dinamikus készlet–áram függvények szerinti összefüggései írják le: a – teljes tényezőtermelékenység, b – természetierőforrás-inputok termelékenysége, r – a kitermelt természeti erőforrások árama és q – a környezet állapota (k és l pedig a termelt tőke és a munkaerőinput).

A Dasgupta-modell szintén követi a neoklasszikus növekedési modellek logikáját, és a fenntarthatóság általános növekedési modelljének tekinthető (1)–(5) speciális eseteként: a termelési függvényt a termelési tényezők összefüggéseit leíró parciális dinamikus készlet–áram függvények egészítik ki, mindazonáltal a modellben a megújuló és a nem megújuló természeti tőke külön termelési tényezőként jelenik meg (*Dasgupta* [2021] 4. fejezet, 13. o.). A modell két alapvetése a következő:

1. a társadalmi-gazdasági rendszer a bioszférába beágyazott, és ezért
2. a bioszféra kijelöli a gazdasági növekedés határait.

Ennek megfelelően a modell értelmezési tartománya a fenntarthatóság erős kritériumának felel meg, ami nem engedi a kritikus természeti tőke elemeinek a csökkenését. A modell további újdonsága a természeti tőke ökoszisztéma-szemlélete, szemben a korábbi modellekkel, amelyek a természeti tőkét a kimerülő természeti erőforrásokra, ásványokra és az energiahordozó-vagyonra korlátozták.⁹ A Dasgupta-modellben a nem megújuló természeti vagyoni elemek, vagyis a kimerülő ásványkincsek és energiahordozók csökkenése a kibocsátás fenntartása érdekében kompenzálható más tőkeelemek, például a termelt vagy az emberi tőke növelésével. A megújuló természeti vagyonelemek az *ökoszisztémák*, amelyek csökkenését, az erős fenntarthatóság kritériuma szerint, nem ellentételezheti más tőkeelemek növelése.

A Dasgupta-modell a termelési függvényből és öt dinamikus készlet–áram (*stock-flow*) függvényből áll (*Dasgupta* [2021] 358. o.):

$$Y(t) = A(t)S^\gamma(t)F[K(t), H(t), R(t)]. \quad (7)$$

A (7) termelési függvény szerint a kibocsátás (Y) a kibővített termelési tényezők függvénye, amelyek részeként a természeti tőke két formában jelenik meg: a nem

⁸ A modell részletes leírását *Bretschger–Valente* [2023] tartalmazza.

⁹ Például a kiterjesztett Solow-modell (*Hess* [2016]).

megújuló természetitőke-vagyon, R és S , a megújuló természetitőke-vagyon, azaz az ökoszisztémák.¹⁰ Az előzők szerint a természeti tőke két típusa közötti különbség az, hogy míg R helyettesíthető más tőketípusokkal, vagyis a termelt vagy az emberi tőkével, addig S a társadalmi-gazdasági rendszer számára kritikus természeti tőke, nem helyettesíthető más típusú tőkeelemekkel. Ha $\gamma < 1$, S^γ csökken, ami azt jelenti, hogy a gazdaság kibocsátása, vagyis a jövedelem a természetitőke-állomány csökkenése árán valósul meg, és ebben az esetben a rendszer nem felel meg az erős fenntarthatóság kritériumának. Az A a termelékenység, amely ily módon a tudás, a technikai fejlettségi szint és az intézmények mellett a kritikus természeti tőke állapotának is függvénye.¹¹

A (8) egyenlet a globális hatás egyenlőségének vizsgálatát szolgálja: azt fejezi ki, hogy az ökoszisztéma-állomány növekedése (adott időpontban) egyenlő a bioszféra nettó regenerációs rátájával (G), amely függvénye az ökoszisztémák állományának (S), csökkentve a humán rendszerek környezeti hatásaival (*Dasgupta* [2021] 4.3. alfejezet).

$$dS(t)/dt = G[S(t)] - R(t) - Y(t)/\alpha_z, \quad \alpha^* \geq \alpha_z(A) \geq \alpha_z > 0. \quad (8)$$

A humán rendszerek hatása a nem megújuló természeti erőforrások (R) kitermelése és a kibocsátás (a gazdasági tevékenység) környezetkárosító hatásainak [$Y(t)/\alpha_z$] az összege, ahol α_z az adott tudás és technológiai színvonalától függő tényező. Az α_z a technológia fejlődésével növekszik, ami a káros környezeti hatásokat csökkenti, de értelemszerűen nem haladhat meg egy bizonyos szintet (α^*), mert a gazdasági tevékenységnek mindig lesz természetkárosító hatása, még ha csökkenő mértékben is. A (8) egyenlet szerint a globális társadalmi-gazdasági rendszer a *hatásegyenlőtlenség* állapotában van, ha $dS(t)/dt < 0$.

A (9) egyenlet azt fejezi ki, hogy a fogyasztás (C) csökkentésével növelhetők az emberi tőkébe (I_H), a termelt tőkébe (K) vagy a tudásba (I_A) történő beruházások, vagyis a termelt tőke ezek, illetve az amortizáció (λ) következtében változik.

$$dK(t)/dt = Y(t) - C(t) - I_H(t) - I_A(t) - \lambda K_A(t). \quad (9)$$

A (10) egyenlet a globális népességszám változását modellelzi a népesség száma (N) és az egy főre jutó emberi tőke [$h(t)$] függvényeként. A függvény feltételezi, hogy a népességszámot nem lehet közvetlen úton szabályozni, viszont befolyásolható az emberi tőkébe történő beruházással, ami következtében változik a háztartások által kívánt gyermekek száma (J a hosszú távú globális népességszám).

¹⁰ Ez a felosztás követi az ökoszisztéma-szolgáltatásoknak a millenniumi ökoszisztéma-felmérés (*Millennium Ecosystem Assessment, MEA*) és a nemzetközi klasszifikációs rendszer (*Common International Classification of Ecosystem Services, CICES*) által kidolgozott klasszifikációját (*Marjaié Szerényi-Kovács* [2018]).

¹¹ Az OECD statisztikai adatbázisa többtényezős termelékenység (*Multifactor Productivity*) néven 23 fejlett ország termelékenységi mutatóját tartalmazza, amelynek környezeti elemekkel való bővítésére (*Environmentally Adjusted Multifactor Productivity, EAMFP*) is történtek kísérletek (*Rodríguez és szerzőtársai* [2023]). Az OECD adatbázisában a környezeti módosításokkal képzett teljes tényezőtermelékenység (*Environmentally Adjusted Total Factor Productivity*) mutató adatai a 2012–2020 közötti időszakra érhetőek el.

$$dN(t)/dt = N(t)[J(h) - N(t)], \quad J > 0, \quad dJ(h)/dh < 0. \quad (10)$$

A J az egy főre jutó emberi tőkének marginálisan csökkenő függvénye, ami azt fejezi ki, hogy a nők oktatáshoz és modern családtervezési szolgáltatásokhoz való hozzájárásával csökken a tervezett gyermekszám.

A (11) egyenlet azt írja le, hogy a nyilvánosan elérhető tudás változása egyenlő a tudásba való beruházások összegével:

$$dA(t)/dt = I_A(t). \quad (11)$$

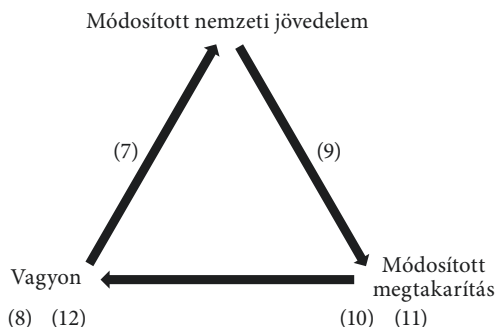
A (12) egyenlet szerint az emberi tőke nagysága az emberi tőkébe történt beruházások összegével növekszik, viszont a népességszám és az egy főre jutó emberi tőke egymás függvényeként változik.

$$dH(t)/dt = N(t)dh/dt + h(t)dN(t)/dt = I_H(t). \quad (12)$$

Dasgupta [2021] 4.3. alfejezete számos olyan neoklasszikus növekedési modellt sorol fel, amely lényegében a Dasgupta-modell egy-egy speciális eseteként fogható fel. A Dasgupta-modell egyenletei elrendezhetők a 3. ábra szerinti *meztakarítás–vagyonképződés–jövedelemtermelés* ciklusában.

3. ábra

A Dasgupta-modell egyenletei a fenntartható gazdasági növekedés makroökonómiai ciklusának rendszerében



Forrás: saját szerkesztés.

A (7) termelési függvény az átfogó vagyon–módosított nemzeti jövedelem oldalon található. A (8) egyenlet a megújuló tőkének a megújulási képesség és a gazdasági tevékenység hatására történő változását írja le, ami az átfogó vagyon részét képezi. A (9) egyenlet a Solow-modelltől eltérően a fogyasztás–beruházások (meztakarítás)–amortizáció–termelttőke–növekedés közös összefüggése, a (10), a (11) és a (12) egyenletek pedig az emberi tőke változását írják le a népesség és a tudástőkébe irányuló beruházások függvényeként. Ezek az egyenletek a háromszög tényleges meztakarítás–átfogó vagyon oldalához illeszkednek.

Hipotézisek, kutatási módszer és adatok

A kutatás középpontjában a természeti tőke vagyon változása és a jövedelemképződés közötti oksági összefüggések vizsgálata áll, regressziós elemzéssel. A különböző vagyonelemek – különösen az emberi és a természeti vagyon – értékelése számos bizonytalanságot hordoz, ami jelentősen torzíthatja a magyarázó változók (tőkefajták) eredményváltozóra (jövedelem) gyakorolt hatásainak becsléseit. Ezért olyan nem lineáris regressziós modellformát alkalmazunk, amely a tényezők abszolút értékének változása (növekedés) helyett a parciális rugalmasságok becslésére irányul.

Az elemzés a következő hipotéziseket vizsgálja:

1. HIPOTÉZIS: *a gazdasági növekedés pozitív oksági összefüggésben van a természeti tőke változásával.*

Azaz a természeti tőke növekedése a jövedelemtermelés növekedését generálja, illetve ellenkezőképpen, a természeti tőke csökkenése lassítja a gazdaság növekedését.

2. HIPOTÉZIS: *a természeti tőke arányait tekintve nagyobb mértékben járul hozzá a gazdasági növekedés változásához, mint más tőkefajták.*

A természeti vagyon értékének ossztóként belüli aránya lényegesen kisebb, mint más tőkefajtáké, ezért lényeges annak vizsgálata, hogy a természeti tőke ténylegesen mennyiben járul hozzá a gazdaság növekedéséhez.

3. HIPOTÉZIS: *az ANNI fenntarthatósági mutató GDP-t kiegészítő információt hordoz a gazdasági növekedés fenntarthatóságára vonatkozóan.*

Ez a hipotézis arra keres választ, hogy az ANNI fenntarthatóságinak tekinthető jövedelmi mutató alkalmazásával nyerhetők-e olyan kutatási eredmények, amelyek eltérnek a hagyományos GDP és GNI mutatók alkalmazásával nyert eredményektől.

A hipotézisek vizsgálata a CWON adatbázisban szereplő 146 országot célozza, de az alkalmazott változók adatai nem minden ország esetében állnak rendelkezésre, ezért egyes vizsgálatoknál kevesebb adat szerepel.

A regressziós elemzés közgazdasági modellje a Dasgupta-féle növekedési modell [(7)–(12)] Cobb-Douglas-típusú termelési függvénye:¹²

$$Y(t) = A(t)S^\gamma(t)C_p^\alpha(t)C_H^\beta(t)C_{NR}^{1-\alpha-\beta}(t), \quad \alpha, \beta, (1-\alpha-\beta) > 0. \quad (13)$$

A C_p , C_H és C_R változók rendre a termelt, az emberi és a nem megújuló természeti tőke állományát jelölik, α , β és γ a kibocsátás (Y) termelési tényezők szerinti parciális rugalmasságai (állandó rugalmasságot feltételezve). A (13) egyenlet átalakítva, az intenzív formában az effektív munkaerőre számított változókkal (képletben nem jelöljük t -t):

$$y = As^\gamma c_p^\alpha c_H^\beta c_R^{1-\alpha-\beta}, \quad (14)$$

¹² A Cobb-Douglas-féle függvényforma kielégíti a neoklasszikus termelési függvény tulajdonságait (Barro-Sala-i-Martin [2004] 1.2.1. alfejezet).

ahol y , s , c_p , c_H és c_R rendre az effektív munkaerőre jutó jövedelem, a megújuló természeti tőke, a termelt tőke, az emberi tőke, illetve a nem megújuló természeti tőke, amelyek időbeli változók. A hagyományos, neoklasszikus növekedési modellekben a tényleges (*effective*) munkaerő becslése a munkaképes lakosság, a foglalkoztatási ráta és a teljes tényezőtermelékenységi mutató szorzataként szerepel. A kutatásban a tőkefajták összessége, tehát a termelt és az emberi tőke mellett a természeti tőke is szerepel, ezért propozícióként a jövedelemnek és termelési tényezőknek nem az effektív munkaerőre, hanem a lakosság egy főre számított értékét alkalmazzuk.

A termelési függvény regressziós vizsgálatának a szakirodalma igen széles. A kutatás egyik legfontosabb korlátját a vagyonelemek értékelése jelenti, vagyis hogy a gyakorlatban rendelkezésre álló adatok mennyiben felelnek meg a vagyonelemek elméleti értékének, illetve a különböző vagyonelemek értékei egymással módszertanilag mennyire harmonizálnak (*Managi-Kumar* [2018], *World Bank* [2021]). E két probléma kiszűrése érdekében a regressziós elemzés a jövedelem változásának tényezői helyett a jövedelem parciális rugalmasságait vizsgálja, vagyis hogy az egyes magyarázó változók változása milyen hatással van a jövedelem változására. A jövedelem rugalmassága ugyanis az egyes tényezők változásához kapcsolódóan ragadható meg (parciális rugalmasság), ami független az egyes tényezők mértékegységétől és az értékelés módszertanától. A vizsgálat lineáris regresszióval történik, a (14) egyenlet logaritmusos átalakításával:

$$\ln y_i = \beta_0 \ln r_i + \beta_1 \ln k_i + \beta_2 \ln h_i + \beta_3 \ln n_i, \quad (15)$$

ahol y_i az i -edik (megfigyelés) ország egy lakosra számított kibocsátása (nemzeti jövedelem), k_i , h_i , n_i az i -edik megfigyelés egy főre jutó termelt, emberi, illetve nem megújuló természeti tőkéje. Az r_i az egy főre számított megújuló természeti tőke értéke. A β_k a kibocsátás (eredményváltozó) magyarázó változók szerinti parciális rugalmasságai mint regressziós együtthatók, amelyek logkülönbség- (*log-difference*) módszerrel becsülhetők. A módszer lényege, hogy állandó rugalmasságot feltételezve, a Dasgupta-modell termelési függvényében mind az eredményváltozó, mind a magyarázó változók t -edik és $t-1$ -edik időszakhoz tartozó logaritmusainak a különbsége szerepel. Ennek értelmében a regressziós modell a következő:

$$y_{i,\Delta t} = \alpha_0 + \beta_0 r_{i,\Delta t} + \beta_1 k_{i,\Delta t} + \beta_2 h_{i,\Delta t} + \beta_3 n_{i,\Delta t} + \varepsilon_i, \quad (16)$$

ahol α_0 konstans, β_k a magyarázó változók együtthatói, vagyis a jövedelem magyarázó változói szerinti parciális rugalmasságai ($y_{i,\Delta t} = \ln y_{i,t} - \ln y_{i,t-1}$). Hasonlóképpen az r , k , h és n változók esetében. Az ε_i az i -edik megfigyeléshez tartozó hibatermék. A hipotézisek vizsgálata a (16) regressziós egyenlet három eredményváltozó szerinti elemzésével, valamint – a robusztusság érdekében – négy modellváltozattal történt. A cél annak a bemutatása, hogy a hagyományos növekedési modell kiterjesztése, vagyis a termelt és az emberi tőke mellett további tőketípusok magyarázó változóként történő szerepeltetése mennyire változtatja meg a modell magyarázó erejét (R^2), illetve a jövedelem egyes tényezőkhöz tartozó parciális rugalmasságait (β_k) és

azok statisztikai szignifikanciáját. A (16) egyenlet különböző modelljeiben szereplő magyarázó változók a következők:

1. MODEL: termelt (fizikai) és emberi tőke;
2. MODEL: termelt, emberi és természeti tőke (gyenge fenntarthatósági szemlélet);
3. MODEL: termelt, emberi, megújuló és nem megújuló természeti tőke (szigorú fenntarthatósági szemlélet).

Az ANNI jövedelemmutató esetében egy további modellben az a megújuló és nem megújuló természeti tőke szerepel magyarázó változóként, amely az ANNI mutató összetevői közé tartozik.

4. MODEL: megújuló természeti tőke: erdővagyon, faállomány; nem megújuló természeti tőke: fosszilis energiahordozók (gáz, olaj, szén), ásványok.

Az 1. MODEL a hagyományos neoklasszikus növekedési modell termelési függvényének modellspecifikációja, amelynek magyarázó változói a fix és az emberi tőke.¹³ A 2. MODEL a hagyományos modell természeti tőkével kiterjesztett változata. A 3. MODEL a fenntarthatóság szigorú kritériumát követve megkülönbözteti a megújuló természeti tőkét a nem megújuló természeti tőkeelemtől.

A hipotézisek vizsgálatához az 1–4. MODEL elemzése három jövedelmi mutató (GDP, GNI és ANNI) mint magyarázó változó alkalmazásával történik. A GDP definíció szerint oly módon méri a jövedelemáramot, hogy nem veszi számításba a jövedelem előállításához szükséges erőforrás-állomány, vagyis a tőkeeszközök változását, ami viszont hatással van a jövőbeli jövedelmek alakulására, a jólétre, így a fenntarthatóságra. A gazdaság rezidens szereplőinek GNI-ben mért jövedelme a World Bank Open Data megfogalmazása szerint a GDP kiegészítéseképpen jól méri a gazdaság jólétet elősegítő kapacitását.¹⁴ Az ANNI a GDP-től meglepően eltérő képet mutat a nemzetek jövedelmének alakulásáról, mert a hagyományos tőkeelemek mellett figyelembe veszi a természeti tőke bizonyos elemeinek a változását/kimerülését is, mint az erdővagyon, valamint az ásványok és energiahordozók, vagyis az olyan tőkeelemek változását, amelyek meghatározzák a jövőbeli fogyasztást, a jólétet generációkon átívelően, vagyis a fenntarthatóságot. Az erdőállomány a természeti tőke megújuló vagyonelemeinek csak egy része, így az ANNI mutató nem tükrözi azt az ökoszisztéma-szemléletet, amely a későbbiekben az ENSZ SEEA szabvány szerinti statisztikai számlák teljes körű bevezetésével válik majd lehetővé. Ezzel együtt mind a GNI, mind az ANNI mutatók használata előrelépést jelent a társadalmi-gazdasági rendszer működésének fenntarthatósági szempontú vizsgálata irányában.

Az 1. táblázat a regressziós elemzések során használt változók lineáris formájú adatainak összegző statisztikáit mutatja.

¹³ Hagyományos termelési függvénynek tekinthető, amelyben magyarázó változóként a fizikai és az emberi tőke szerepel.

¹⁴ A GNI a GDP-vel együtt a Világbank World Development Indicators (WDI) adatbázisában érhető el (<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>).

1. táblázat

A regressziós változók összegző statisztikája, 1995–2018 (dollár)

Változó	Megfigyelés	Középérték	Szórás	Minimum	Maximum
GDPpC	3146	18 178	20 163	548	120 648
GNIpC	2732	12 264	17 213	212	86 768
ANNI _{pC}	2725	9 866	14 063	-1774	75 915
PCpC	3503	53 331	83 043	199	412 587
HCpC	3503	86 972	140 030	402	796 353
NCpC	3503	18 937	53 441	62	585 652
NCpCR	3503	6 672	6 390	62	48 937
NCpCRFTim	3503	785	1 402	0	14 321
NCpCNR	3503	12 265	53 334	0	584 317
NCpCNRFF	3503	11 613	53 295	0	584 317
NCpCNRM	3503	652	2 914	0	48 419

Forrás: WBOD- és CWON-adatok alapján saját elemzés.

A táblázatban szereplő mutatók (pC az egy főre jutó értékeket jelöli).

JÖVEDELMI MUTATÓK (2015. évi dollár/fő):

GDPpC – bruttó hazai termék,

GNIpC – bruttó nemzeti jövedelem,

ANNI_{pC} – módosított nettó nemzeti jövedelem.

MAGYARÁZÓ VÁLTOZÓK (2018. évi dollár/fő):

NCpC – természeti tőke,

PCpC – termelt tőke,

HCpC – emberi tőke,

NCpCR – megújuló természeti tőke, ezen belül

NCpCRFTim – erdővagyon (*forest*), faállomány (*timber*),

NCpCNR – nem megújuló természeti tőke, ezen belül

NCpCNRFF – fosszilis energiahordozók (*fossil fuels*),

NCpCNRM – ásványok (*minerals*).

A három jövedelmi mutató (GDP, GNI és ANNI) az intuitív várakoznak megfelelően erősen korrelál (2. táblázat), de statisztikájuk a tartalmi különbségek miatt jelentősen eltér.

Példaként a 4. ábra Ausztria, Németország, Magyarország és Csehország egy főre számított jövedelmi trendjeit mutatja az 1995–2018 közötti időszakban. Szembetűnő, hogy Ausztria és Németország adataival összehasonlítva Magyarország és Csehország esetében a GDP, valamint a GNI és ANNI tekintetében a különbség jóval nagyobb, és ez a különbség az idővel növekvő. Az egyes országok jövedelmi változóinak arányait a 2018-as évben a 3. táblázat mutatja. Ausztria esetében az ANNI/GDP arány 0,67, Magyarország esetében 0,36. A fenntarthatósági mutatók egymás közötti aránya

2. táblázat

A jövedelmi mutatók korrelációja

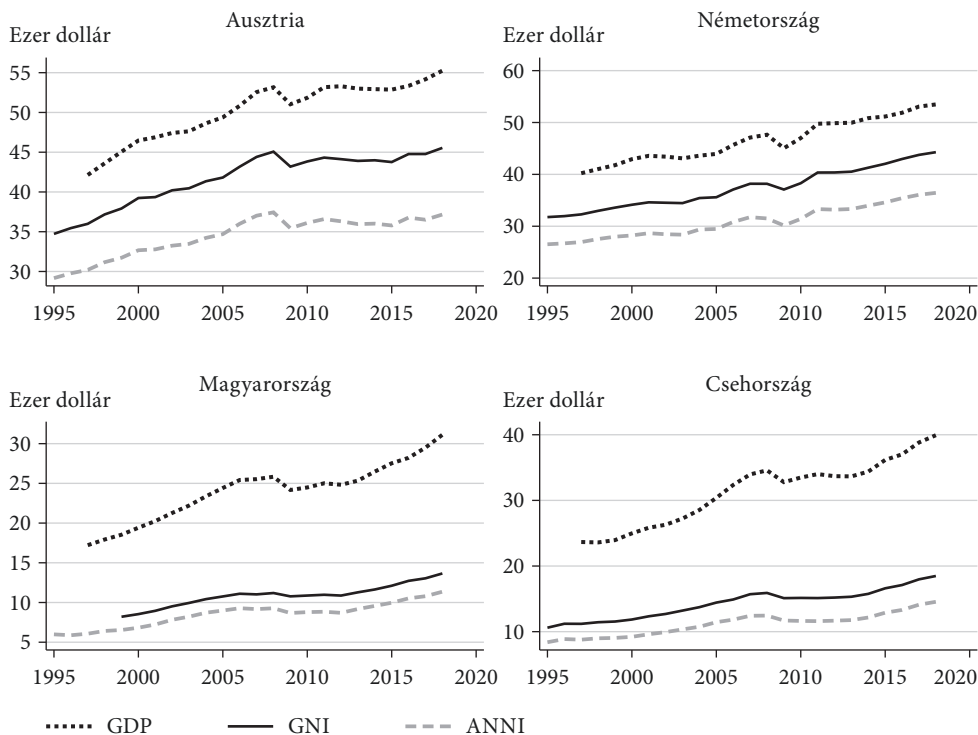
	GDPpC	GNIpC	ANNIpC
GDPpC	1,0000		
GNIpC	0,9362	1,0000	
ANNIpC	0,9405	0,9960	1,0000

Forrás: WBOD-adatok alapján saját elemzés.

(ANNI/GNI) a négy ország esetében lényegében megegyezik (0,77–0,83). Ezek az arányok tehát felhívják a figyelmet arra a lényeges körülményre, hogy az egyes mutatók a gazdaság növekedését illetően más és más információt hordoznak.

4. ábra

Jövedelmi mutatók együttmozgása (2018. évi dollár)



Forrás: WBOD-adatok alapján saját szerkesztés.

Magyarország és Csehország esetében a gazdaság GDP-ben mért növekedési üteme meghaladja a GNI és az ANNI mutatókkal mért növekedés ütemét, vagyis e két országban a fenntarthatósági szempontok figyelembevételével mért növekedés jelentősen elmarad a GDP-ben mért növekedési ütemtől (3. táblázat).

3. táblázat

Jövedelmi mutatók közötti arányok az egyes országok esetében, 2018

	GNI/GDP	ANNI/GDP	ANNI/GNI
Németország	0,83	0,68	0,82
Ausztria	0,82	0,67	0,81
Magyarország	0,44	0,36	0,83
Csehország	0,46	0,36	0,77

Forrás: WBOD-adatok alapján saját elemzés.

Tehát a különböző országok növekedési trendjeinek összehasonlítása esetén a mutató megválasztásától függően az eredmény lényegesen eltér. A 4. táblázat az országok közötti jövedelmi arányokat mutatja 2018-ban a különböző jövedelmi mutatók esetén. Például a GDP mutató esetén Németország egy főre jutó jövedelme a magyarországi jövedelem 1,7-szerese. A GNI és az ANNI mutatók esetén ez az arány 3,2. Csehország esetén az arány 1,3, illetve 2,5.

4. táblázat

Országok közötti jövedelmi arányok mutatók szerint, 2018

	Németország	Ausztria	Magyarország	Csehország
GDPpC				
Németország	1	0,96795	1,718623	1,339419
Ausztria		1	1,775529	1,383768
Magyarország			1	0,779355
Csehország				1
GNIpC				
Németország	1	0,972225	3,241745	2,395531
Ausztria		1	3,334358	2,463969
Magyarország			1	0,738963
Csehország				1
ANNIpC				
Németország	1	0,980464	3,207959	2,504365
Ausztria		1	3,271879	2,554265
Magyarország			1	0,780672
Csehország				1

Forrás: WBOD-adatok alapján saját elemzés.

Elemzés és a vizsgálat eredményei

A (16) regressziós egyenlet együtthatóinak becslése a STATA szoftverrel és fixhatás-modell vizsgálattal történt.¹⁵ A becslési eredményeket az 5., a 6. és a 7. táblázat mutatja a GDP, a GNI és az ANNI jövedelmi mutatókra vonatkozóan logaritmuskülönbségek formájában (dlGDPpC, dlGNIpC és dlANNIpC) az 1–4. MODELL alkalmazásával.

A táblázatokban szintén logkülönbség formájában (*dl* kezdetű változók) megjelenő magyarázó változók együtthatói több lényeges információt hordoznak: 1. mennyiben járul hozzá az adott tényező változása az eredményváltozók változásához, azaz mekkora az eredményváltozók adott magyarázó változó szerinti parciális rugalmassága; és 2. az együtthatók egymáshoz viszonyított arányai azt fejezik ki, hogy mekkora az egyes tőkefajták hozzájárulása a gazdaság növekedéséhez a többi tőkefajtaéhoz viszonyítva. Ez abból a szempontból jelentős, hogy ez a hozzájárulás hogyan viszonyul az adott tőkefajta abszolút nagyságához, hiszen az egyes tőketípusok össztőkéhez viszonyított aránya jellemzően jelentősen eltér (Kovács [2023]).

5. táblázat

Becsült regressziós együtthatók

Eredményváltozó: dlGDPpC

	1.	2.	3
	MODELL		
dlPCpC	0,1692*** (0,0247)	0,1715*** (0,0246)	0,1577*** (0,0259)
dlHCpC	0,2685*** (0,0100)	0,2682*** (0,0100)	0,2506*** (0,0110)
dlNCpC		0,0218*** (0,0052)	
dlNCpCR			0,0123 (0,0108)
dlNCpCNR			0,0044*** (0,0014)
Konstans	0,0139*** (0,0009)	0,0139*** (0,0009)	0,0145*** (0,0009)
A megfigyelések száma	3001	3001	2585
R^2	0,2863	0,2923	0,2682
F-érték	408	279	153

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Forrás: saját elemzés.

¹⁵ A fixhatás-modell kiválasztása a Hausman-féle és a Lagrange-multiplikátor vizsgálatokkal történt.

Az 5. táblázatban szereplő együttthatók az 1–3. MODELL esetében a különböző tőkefajták változásának hatását mutatják a GDP változására, vagyis a GDP parciális rugalmasságait. Ez az eredmények robusztusságának alátámasztását célozza. Az 1. MODELLBEN a termelt és az emberi tőke (dlPCpC, dlHCpC) változása, a 2. MODELLBEN ezeken túl a természeti tőke, a 3. MODELLBEN pedig a természeti tőke megújuló és nem megújuló összetevő szerepelnek. A termelt tőke és az emberi tőke hatása mind a három modellben lényegében megegyezik (0,16–0,17, illetve 0,25–0,27) és statisztikailag szignifikáns. A 2. MODELL szerint a természeti tőke statisztikailag szignifikáns, és egy nagyságrenddel kisebb, mint a termelt és az emberi tőke hatása (mintegy tizede). A 3. MODELL szerint a természeti tőke nem megújuló komponense statisztikailag szignifikáns, a megújuló komponens nem. A konstans (1,3–1,4 százalék) lényegében megegyezik mind a három modell esetében. A modellek magyarázó ereje nagyjából azonos (0,27–0,29).

A 6. táblázatban a GNI az eredményváltozó. Mindhárom modellben a termelt és az emberi tőke szerinti parciális rugalmasság lényegében azonos: ~0,24, illetve 0,27–0,28. A 2. MODELL szerint a természeti tőke együttthatója statisztikailag szignifikáns, körülbelül egytizede a termelt és a humán tőke együttthatójának (0,02). A 3. MODELL szerint a megújuló természeti tőke együttthatója 90 százalékos szinten szignifikáns ($p < 0,1$), a nem megújuló tőkéé nem szignifikáns. A konstans lényegében azonos mind a három modell esetében (~0,011), a magyarázó erő (R^2) úgyszintén: ~0,28.

6. táblázat

Becsült regressziós együttthatók

Eredményváltozó: dlGNIpC

	1.	2.	3
	MODELL		
dlPCpC	0,2444*** (0,0328)	0,2398*** (0,0328)	0,2410*** (0,0334)
dlHCpC	0,2820*** (0,0119)	0,2815*** (0,0119)	0,2708*** (0,0129)
dlNCpC		0,0211*** (0,0087)	
dlNCpCR			0,0214* (0,0125)
dlNCpCNR			-0,0000 (0,0015)
Konstans	0,0111*** (0,0010)	0,0112*** (0,0010)	0,0118*** (0,0011)
A megfigyelések száma	2586	2586	2241
R^2	0,2806	0,2835	0,2761
F-érték	334	225	136

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Forrás: saját elemzés.

A 7. táblázat az ANNI az eredményváltozó. A termelt és az emberi tőke együttthatoí kis különbségekkel azonosak (0,21–0,23, illetve 0,32–0,34) és statisztikailag szignifikánsak, ellenben az együttthatók a természeti tőke összessége, annak megújuló és nem megújuló komponensei, illetve a faállomány, energiahordozók és ásványok készletei esetében nem szignifikánsak. A konstans lényegében azonos mind a négy modell esetén (0,013–0,014). A modellek magyarázó ereje alacsony ($R^2 < 0,1$).

7. táblázat

Becsült regressziós együtthatók

Eredményváltozó: dlANNIpC

	1.	2.	3.	4.
	MODELL			
dlPCpC	0,2304*** (0,0800)	0,2224*** (0,0800)	0,2089*** (0,0860)	0,2293** (0,0969)
dlHCpC	0,3262*** (0,0295)	0,3257*** (0,0295)	0,3416*** (0,0329)	0,3359*** (0,0373)
dlNCpC		0,0356 (0,0242)		
dlNCpCR			0,0018 (0,0322)	
dlNCpCNR			-0,0054 (0,0038)	
dlNCpCRFTim				-0,0086 (0,0288)
dlNCpCNRFF				0 (omitted)
dlNCpCNRM				-0,0028 (0,0031)
Konstans	0,0133*** (0,0025)	0,0135*** (0,0025)	0,0141*** (0,0028)	0,0130*** (0,0032)
A megfigyelések száma	2573	2573	2262	1897
R^2	0,0742	0,0753	0,0183	0,0647
F-érték	71	48	31	23

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Forrás: saját elemzés.

Diszkusszió és összefoglalás

Az 1–3. HIPOTÉZIS vizsgálata a GDP, GNI és ANNI jövedelmi mutatók mint eredményváltozók alkalmazásával történt, ami az eredmények összehasonlító elemzésével lehetőséget nyújt annak a megítélésére, hogy a különböző változók alkalmazása mennyiben tér el, illetve ad választ a jövedelem mint eredményváltozó és a tőkeelemek

mint magyarázó változók közötti ok-okozati összefüggésekre. Van-e különbség ebben a tekintetben a GDP, a GNI és a fenntarthatósági szemléletű ANNI között, vagyis a fenntarthatósági mutató hordoz-e GDP-t kiegészítő információt? Ebben az összefüggésben a kutatás a jövedelem növekedésének változását vizsgálta.

A 8. táblázat a GDP, a GNI, illetve az ANNI jövedelmi mutatók parciális rugalmasságait mutatja összesítően az 1–4. MODELLEK esetében. A kutatás eredménye azt mutatja, hogy a termelt tőke a gazdaság jövedelmének növekedését 16–23 százalékban határozza meg. Az emberi tőke esetén ez a hatás lényegesen erősebb, a 25–34 százalékos tartományba esik. A természeti tőke gazdasági növekedésre gyakorolt hatása a hagyományos jövedelmi mutatók esetében 2 százalék, a fenntarthatósági mutatónak tekintett ANNI esetében 4 százalék, de ez utóbbi esetében lényegesen kisebb magyarázó erő (R^2) mellett. A GDP alkalmazása esetén kimutatható a nem megújuló természeti tőke változásának statisztikailag szignifikáns hatása (0,44 százalék), ami azonban gazdaságilag nem jelentős. A természeti tőke további felbontásakor a hatás nem mutatható ki egyik jövedelmi mutató esetében sem. A GDP és a GNI eredményváltozók esetében a modellek magyarázó ereje 0,27–0,28, az ANNI esetében 0,02–0,07.

8. táblázat

Jövedelmi változók parciális rugalmasságai*

	GDP	GNI	ANNI
Termelt tőke	0,16–0,17	0,24	0,21–0,23
Emberi tőke	0,25–0,27	0,27–0,28	0,33–0,34
Természeti tőke	0,02	0,02	–
Megújuló természeti tőke	–	0,02	–
Nem megújuló természeti tőke	0,0044	–	–
Faállomány	–	–	–
Energiahordozók	–	–	–
Ásványok	–	–	–
Konstans	0,014	0,011–0,012	0,02–0,07
R^2	0,27–0,28	0,28	0,02–0,07

* A táblázatban a statisztikailag szignifikáns regressziós együtthatók szerepelnek.

Forrás: saját elemzés.

A kutatás eredményei egységesen megerősítik az 1. HIPOTÉZIST, azaz pozitív oksági összefüggés mutatható ki a természeti tőke változása és a jövedelemtermelés változása, vagyis a gazdaság növekedése között. Ez a hatás (2 százalék) globálisan mintegy tizede a jövedelem termelt és emberi tőke szerinti parciális rugalmasságainak. Ezt az arányt összehasonlítva a természeti tőke ösztökén belüli arányával a gazdasági fejlettségtől függően a következő megállapítás tehető.

A 9. táblázat az egy főre számított vagyon összességének (TWpC) és összetevőinek 2018-as statisztikáját mutatja a CWON adatbázisban szereplő 145 ország esetében. Az egy főre számított átlagértékeket tekintve látható, hogy a természeti tőke (NCpC) értéke

(16 763) az ösztőke (TWpC) értékének (183 919) 9,1 százaléka (16 763/183 919). Tehát a 2. HIPOTÉZIS nem nyert megerősítést, mert az elemzés szerint a természeti tőke globálisan arányainál jelentősen kisebb mértékben járul hozzá a gazdasági növekedéshez.

9. táblázat

Nemzetek összvagya, 2018 (145 ország, dollár/fő)

Változó	Átlag	Minimum	Maximum
TWpC	183 919	4594	1 280 371
PCpC	62 842	515	412 587
HCpC	100 328	668	796 353
NCpC	16 763	62	344 446

Forrás: CWON-adatok alapján saját elemzés.

A hozzájárulás aránya az országok fejlettségi szintje szerint vagy országcsoportonként eltér. A 10. táblázat 35 OECD-ország egy főre jutó vagyonának, illetve vagyonelemeinek statisztikáját mutatja, amely szerint a természeti tőke ösztőkéhez viszonyított aránya 3 százalék (15 195/498 238). Ez az arány a globális aránynál (9,1 százalék) jelentősen kisebb, és közelebb van a jövedelem természeti tőke szerinti parciális rugalmasságának értékéhez (2 százalék). Tehát az OECD-országokban a természeti tőke hatása a gazdasági növekedésre arányaiban jelentősen nagyobb, mint a világ átlaga esetében. Ez azzal magyarázható, hogy a természeti környezet és a gazdasági tevékenység a fejlettebb országokban szorosabb fizikai kapcsolatban van, mint a nagy, érintetlen természeti vagyonnal rendelkező országokban. Ez utóbbiak esetében az ökoszisztémák mint az őserdők által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások – például a klíma stabilizáló hatása – nem a nemzetgazdasági statisztikákban jelennek meg, hanem globálisan érvényesülnek.

10. táblázat

Nemzetek összvagya, 2018 (35 OECD-ország, dollár/fő)

Változó	Átlag	Minimum	Maximum
TWpC	498 238	43 071	1 280 371
PCpC	185 907	23 119	412 587
HCpC	293 216	11 212	796 353
NCpC	15 195	2 792	87 253

Forrás: CWON-adatok alapján saját elemzés.

A 11. táblázat 25 EU-tagország vagyoni statisztikáját mutatja, amely szerint az átlagot tekintve a természeti tőke ösztőkén belüli aránya 2,4 százalék (9785/405 458), ami már megközelíti a jövedelem természeti tőke szerinti parciális rugalmasságát (2 százalék). A környezeti vagyon gazdaságélénkítő hatása jól dokumentált (*Managi-Kumar*

[2018]). Mégis ez a hatás korlátozottan kimutatható, ami számos okra vezethető vissza. Bár a logkülönbség módszerével elvben kiszűrhető a különböző tőkeelemek különböző értékelési módszerei által okozott inkonzisztencia, mégis – főleg az emberi és a természeti tőke esetében – az értékelés becslési módszereken alapul, amelyek a különböző adatbázisok esetén eltérnek (Engelbrecht [2016]), és intuitíven nem teljeskörűek. Ez a különbség a környezeti hatások ANNI-adatokkal számított esetében például úgy jelentkezhet, hogy a CWON adatbázisból származó faállomány-, energiahordozó- és ásványadatok (állományadatok) nem konzisztensek az ANS adatbázis ANNI-adataival, amelyeknél a fa-, energiahordozó- és ásványállományok változását veszik számításba.

11. táblázat

Nemzetek összvagya, 2018 (25 EU-tagország dollár/fő)

Változó	Átlag	Minimum	Maximum
TWpC	405 458	94 484	898 547
PCpC	162 921	27 918	335 405
HCpC	235 969	62 575	488 125
NCpC	9 785	1 398	25 053

Forrás: CWON-adatok alapján saját elemzés.

A 3. HIPOTÉZIS tekintetében megállapítható, hogy az ANNI mutató alkalmazásával csak korlátozottan sikerült a GDP-t kiegészítő információt nyerni az egyes vagyonelemek gazdasági növekedésre gyakorolt hatásáról. A 8. táblázat szerint az ANNI mutató alkalmazása esetében a jövedelem termelt tőke szerinti parciális rugalmasságának tartománya jelentősen nagyobb (0,21–0,23), mint a GDP esetében (0,16–0,17), és nagyjából megegyezik a GNI esetében számított értékkel (0,24). Hasonlóan: az emberi tőke esetében az ANNI alkalmazásával számított hatás (0,33–0,34) magasabb, mint a GDP-vel vagy a GNI-vel számított hatás (0,25–0,27, illetve 0,27–0,28). Megállapítható tehát, hogy az ANNI jövedelmi mutató alkalmazásával szorosabb kapcsolat mutatható ki a termelt és emberi tőke és a gazdasági növekedés változása között, mint a GDP és a GNI esetében, ami nem mutatható ki a természeti tőke esetében, de az ANNI mutatóval számolva a modellek magyarázó ereje lényegesen kisebb.

Ezek az eredmények további kutatások igényét hangsúlyozzák, főleg a modellspecifikációk kiválasztása és a változók adattartalmának figyelembevétele tekintetében. Különösen a természetivagyon-elemek értékelési módszereinek bizonytalanságai torzítják a regressziós együtthatók becsléseit, továbbá az, hogy a természetitőke-elemek nem egységesen és nem teljeskörűen jelennek meg a különböző mutatókban.

*

A kutatás a gazdasági növekedés fenntarthatósága „GDP-n túli” mérésének igényére reflektálva összehasonlító módon vizsgálta a nemzetek vagyona – köztük a természeti tőke értékváltozásának a jövedelemtermelésre gyakorolt – hatását a GDP, a GNI, illetve a fenntarthatósági mutatónak tekinthető ANNI esetében. A kutatás

mege erősítette, hogy ez a hatás az ANNI alkalmazásával erősebb, mint a GDP és a GNI esetében, ami indokoltta teszi az ANNI mutató használatát. A kutatás mege erősítette a természeti tőke változásának jövedelemtermelésre gyakorolt hatását, azonban ez a hatás, elsősorban adatmódszertani okokból, csak korlátozottan mutatható ki. Ez rávilágít a természeti vagyon állományának és az állomány változásának mérésével kapcsolatos további módszertani kutatások fontosságára.

Az elemzés elsősorban a jövedelem rugalmasságának – tehát a jövedelem változási irányainak – empirikus vizsgálatára irányult, a termelt és az emberi tőkét kiegészítve a természeti tőke változásának hatásaival. A kutatási eredmények kiegészítik a neoklasszikus növekedési modellek korábbi kutatási eredményeit, de egyben rámutatnak a további vizsgálatok igényére – egyrészt a növekedést meghatározó egyéb tényezőkre, másrészt a természeti tőke elemeinek konzisztens alkalmazására vonatkozóan.

Hivatkozások

- ACEMOGLU, D. [2009]: Introduction to Modern Economic Growth. Princeton University Press.
- ARROW, K. J.–DASGUPTA, P.–GOULDER, L. H.–MUMFORD, K. J.–OLESON, K. [2010]: Sustainability and the Measurement of Wealth. National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper Series, No. 16599. <https://doi.org/10.3386/w16599>.
- ARROW, K. J.–DASGUPTA, P.–GOULDER, L. H.–MUMFORD, K. J.–OLESON, K. [2013]: Sustainability and the measurement of wealth: Further reflections. *Environment and Development Economics*, Vol. 18. No. 4. 504–516. o. <https://doi.org/10.1017/S1355770X13000193>.
- BARRO, R.–SALA-I-MARTIN, X. [2004]: Economic growth. 2. kiadás. The MIT Press.
- BRETSCHGER, L.–VALENTE, S. [2023]: Effective policy design for a sustainable economy. *European Economic Review*, Vol. 155. 104462. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2023.104462>.
- BROCK, W. A.–TAYLOR, M. S. [2005]: Economic growth and the environment: A review of theory and empirics. *Handbook of economic growth*, Vol. 1. 1749–1821. o.
- BROCK, W. A.–TAYLOR, M. S. [2010]: The Green Solow model. *Journal of Economic Growth*, Vol. 15. No. 2. 127–153. o. <https://doi.org/10.1007/s10887-010-9051-0>.
- BRUNDTLAND, G. H. [1988]: Közös jövőnk. A Környezet és Fejlődés Világbizottság jelentése. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
- CUST, J.–BALLESTEROS, A. R. [2021a]: Wealth Accounting, Diversification, and Macrofiscal Management. Megjelent: *World Bank* [2021] 11. fejezet, 271–310. o. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1590-4_ch11.
- CUST, J.–BALLESTEROS, A. R. [2021b]: The Nonrenewable Wealth of Nations. Megjelent: *World Bank* [2021] 9. fejezet, 193–223. o. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1590-4_ch9.
- CSATH MAGDOLNA [2023]: Fenntartható GDP – a fenntartható fejlődés mérésének szükségessége. A 61. Közgazdász-vándorgyűlés versenyképességi szekciója, Eger.
- DALY, H. E. [1994]: Operationalizing sustainable development by investing in natural capital. Megjelent: *Jansson, A.–Hammer, M.–Folke, C.–Costanza, R.* (szerk.): Investing in Natural Capital. Island Press, Washington, 22–37. o.
- DALY, H. E. [1996]: Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development. Beacon Press, Boston.

- DASGUPTA, P. [2021]: The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. HM Treasury, London, https://assets.publishing.service.gov.uk/media/602e92b2e90e07660f807b47/The_Economics_of_Biodiversity_The_Dasgupta_Review_Full_Report.pdf.
- ENGELBRECHT, H.-J. [2016]: Comprehensive versus inclusive wealth accounting and the assessment of sustainable development: An empirical comparison. *Ecological Economics*, Vol. 129. 12–20. o. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.05.014>.
- ENGLAND, R. W. [2000]: Natural capital and the theory of economic growth. *Ecological Economics*, Vol. 34. No. 3. 425–431. o. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(00\)00187-7](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(00)00187-7).
- ESFAHANI, H. S.–RAMÍREZ, M. T. [2003]: Institutions, infrastructure, and economic growth. *Journal of Development Economics*, Vol. 70. No. 2. 443–477. o. [https://doi.org/10.1016/s0304-3878\(02\)00105-0](https://doi.org/10.1016/s0304-3878(02)00105-0).
- FENICHEL, E. P.–ABBOTT, J. K. [2014]: Natural Capital: From Metaphor to Measurement. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, Vol. 1. No. 1. <https://doi.org/10.1086/676034>.
- FISHER, I. [1906]: The Nature of Capital and Income. The MacMillan Company, London, <https://doi.org/10.1515/9783112351369>.
- HARTWICK, J.–HAMILTON, K. [2014]: Wealth and sustainability. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 30. No. 1. 170–187. o. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gru006>.
- HESS, P. N. [2016]: Economic growth and sustainable development. Routledge, London, <https://doi.org/10.4324/9781315722467>.
- KISNÉ FODOR LÍVIA [2023]: Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésének szakmapolitikai háttere: Az értékelés és térképezés első lépései. Megjelent: *Kovács Antal Ferenc* (szerk.): *Vagyoni szemléletű fenntarthatóság. Elmélet és gyakorlat*. Neumann János Egyetem, Budapest, https://start.uni-neumann.hu/telemarket/kiadvanyok/2022-8/04_Kisne.pdf.
- KOVÁCS ANTAL FERENC [2022]: Könyvismertetés: A Dasgupta-jelentés: Fenntarthatóság, biodiverzitás és vagyoni szemléletű gazdasági fejlődés. Partha Dasgupta: *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. HM Treasury, London, 2021. *Közgazdasági Szemle*, 69. évf. 9. sz. 1098–1104. o. <https://doi.org/10.18414/ksz.2022.9.1098>.
- KOVÁCS ANTAL FERENC [2023]: Beyond GDP: The Wealth Perspective of Sustainability. *Közgazdaság*, 18. évf. 4. sz. 93–112. o. <https://doi.org/10.14267/retp2023.04.06>.
- KUBISZEWSKI, I.–COSTANZA, R.–FRANCO, C.–LAWN, P.–TALBERTH, J.–JACKSON, T.–AYLMER, C. [2013]: Beyond GDP: Measuring and achieving global genuine progress. *Ecological Economics*, Vol. 93. 57–68. o. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.019>.
- KUMAR, P.–SMITH, B. W. [2018]: Inclusive wealth. From theory to practice. Megjelent: *Managi-Kumar* (szerk.) [2018], 53–74. o. <https://doi.org/10.4324/9781351002080-2>.
- LANGE, G.-M.–NAIKAL, E. [2021]: How Wealth Is Measured: Basic Approach and New Developments. Megjelent: *World Bank* [2021] 45–58. o.
- LANGE, G.-M.–CUST, J.–HARRERA, D.–NAIKAL, E.–PESZKO, G. [2021]: The Wealth of Nations. Megjelent: *World Bank* [2021] 25–44. o.
- MANAGI, S.–KUMAR, P. (szerk.) [2018]: *Inclusive Wealth Report, 2018. Measuring Progress Towards Sustainability*. Routledge, London, <https://doi.org/10.4324/9781351002080>.
- MARJAINÉ SZERÉNYI ZSUZSANNA–KOVÁCS ESZTER [2018]: Merre tart a környezetértékelés? A teljes gazdasági értéktől az ökoszisztéma-szolgáltatásokig. *Környezet – Gazdaság – Társadalom: Tanulmányok Kerekes Sándor 70. születésnapja tiszteletére*. Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár, 135–150. o. https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3735/1/Tan_Kerekes70-Marjaine_Kovacs.pdf.

- MEYER, L. [2021]: Intergenerational Justice. Megjelent: *Zalta, E. N.* (szerk.): The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, Stanford University, <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/justice-intergenerational/>.
- NIU, M.–ZHANG, S.–ZHANG, N.–WEN, Z.–XU, M.–YANG, Y. [2022]: Progress in the Research of Environmental Macroeconomics. *Sustainability*, Vol. 14. No. 3. <https://doi.org/10.3390/su14031190>.
- PEARCE, D. W.–ATKINSON, G. D. [1993]: Capital theory and the measurement of sustainable development: An indicator of “weak” sustainability. *Ecological Economics*, Vol. 8. No. 2. 103–108. o. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(93\)90039-9](https://doi.org/10.1016/0921-8009(93)90039-9).
- PIKETTY, T. [2015]: A tőke a 21. században. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- RODRÍGUEZ, M. C.–MANTE, F.–HAŠČIČ, I.–LLERAS, A. R. [2023]: Environmentally adjusted multifactor productivity. Accounting for renewable natural resources and ecosystem services. *OECD Green Growth Papers*, No. 1. OECD Publishing, Párizs, <https://doi.org/10.1787/9096211d-en>.
- SALAMIN GÉZA–SZÉCHY ANNA (szerk.) [2021]: A fenntarthatósági politikák megalapozásának mérési eszközei. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, <https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/6727/>.
- STIGLITZ, J. E.–SEN, A.–FITOUSSI, J.-P. [2010]: A Bizottság jelentése a gazdasági teljesítmény és a társadalmi fejlődés méréséről. *Statistikai Szemle*, 88. évf. 3. sz. 305–319. o. https://www.ksh.hu/statszemle_archive/2010/2010_03/2010_03_305.pdf.
- STIGLITZ, J.–FITOUSSI, J.-P.–DURAND, M. [2018]: Beyond GDP: Measuring What Counts for Economic and Social Performance. OECD Publishing, Párizs, <https://doi.org/10.1787/9789264307292-en>.
- TÖKÉS LÁSZLÓ [2022]: Hatvanhat éves a Solow–Swan-modell. *Köz-Gazdaság*, 17. évf. 2. sz. 149–180. o. <https://doi.org/10.14267/retp2022.02.08>.
- WORLD BANK [2021]: The Changing Wealth of Nations, 2021. *Managing Assets for the Future*. World Bank Group, Washington, DC, https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1590-4_es.

Függelék

F1. táblázat

A kutatáshoz felhasznált változók és vagyonelemek definíciója

Változó	Definíció/források	Mértékegység (GDP-deflátor)
GDP:* bruttó nemzeti termék (<i>Gross Domestic Product</i>)	Hazai termelők (háztartások, állam és ipari szereplők) hozzáadott értékeinek vásárlóerő-paritáson számított összege + adók – támogatások. Nem veszi figyelembe az amortizációt, valamint a természeti erőforrások kimerülését vagy degradálódását. Adatbázis: WBOD	2015. évi dollár

Az F1. táblázat folytatása

Változó	Definíció/források	Mértékegység (GDP-deflátor)
GNI:** bruttó nemzeti jövedelem (<i>Gross National Income</i>)	Hazai termelők hozzáadott értékeinek vásárlóerő-paritáson számított összege + termékadók – támogatások + nettó külföldi jövedelmek. Adatbázis: WBOD	2015. évi dollár
ANNI:*** módosított nettó nemzeti jövedelem (<i>Adjusted Net National Income</i>)	GNI – gépek, berendezések, ingatlan, az infrastruktúra amortizációja – természetierőforrások készletek változása (beleértve: faállomány, ásványok, energiahordozók). Adatbázis: ANS	2015. évi dollár
TW: össztóke (<i>Total Wealth</i>)	Termelt, emberi, megújuló és nem megújuló természeti tőke + nettó külföldi eszközök összege, piaci áron értékelve. Adatbázis: CWON	2018. évi dollár
NCR: megújuló természeti tőke (<i>Natural Capital, Renewable</i>)	Mezőgazdasági területek (gabonaföldek, legelők), erdők (faállomány + ökoszisztéma-szolgáltatások: vizek, rekreáció, nem élelmiszer erdei termékek), védett területek, mangrovék, halállomány. Adatbázis: CWON	2018. évi dollár
NCNR: nem megújuló természeti tőke (<i>Natural Capital, Non-Renewable</i>)	Fosszilis energia (olaj, gáz, szén, lignit) és ásványok (bauxit, réz, arany, vasérc, ólom, nikkel, foszfát, ezüst, ón, cink) piaci áron értékelve. Adatbázis: CWON	2018. évi dollár
PC: termelt tőke (<i>Produced Capital</i>)	Gépek, berendezések, épületek, városi lakó- és nem lakóterületek, piaci áron értékelve. Adatbázis: CWON	2018. évi dollár
HC: emberi tőke (<i>Human Capital</i>)	A munkaerő-állomány jövőbeli, munkaképes korban várható jövedelmeinek jelenértéke, piaci áron értékelve. Adatbázis: CWON	2018. évi dollár
ANS: módosított nettó megtakarítás (<i>Adjusted Net Savings</i>)	Nettó nemzeti megtakarítás + oktatási költségek – energiahordozó- és ásványi készletek csökkenése, faállomány nettó csökkenése és CO ₂ és légszennyeződések okozta károk. Adatbázis: ANS	2018. évi dollár

* A GDP figyelembe veszi mind a hazai, mind a külföldi tulajdonú gazdasági szereplőket.

** Mivel a fejlődés számos tényezőt foglal magában – gazdasági, környezeti, kulturális, oktatási és intézményi –, egy mérési módszer nem nyújthat teljes képet. A gazdaság rezidens szereplőinek azonban a teljes jövedelme GNI-ben mérve jól mutatja a gazdaság teljesítőképességét a lakosság jóléte szempontjából.

** ANNI az SNA keretrendszeréhez tartozó mutató, így összehasonlítható a GDP-vel és a GNI-vel.