

# **Ipar és logisztika 4.0, valamint a termelékenységi paradoxonok**

## **Industry and Logistics 4.0, and productivity paradoxes**

**SÜLE EDIT<sup>1</sup>**

### **Absztrakt**

Az ipar és logisztika 4.0 azokat a technológiai/informatika módszereket összegzi, amiket a digitális megoldások kínálnak a termelés és logisztika területei számára. Az egyes alkalmazásoktól a folyamatok hatékonyságának növekedését várjuk, vagyis azt, hogy kevesebb erőforrás felhasználásával, hatékonyabban működtessük belső és külső folyamatainkat. Joggal várható a termelékenység javulása is, vagyis az eredmény oldali pozitív következmény. Az okos megoldásokkal olcsóbbá és gyorsabbá válhat nem csak az egyes vállalatok termelése, hanem a teljes ellátási lánc. A technikai/informatikai újdonságok alkalmazása azonban nem mindig jár a várt eredménnyel a termelékenységi statisztikák szerint. Ennek okai jól magyarázhatók azokkal a néhány területen jól ismert, de kevésbé számításba vett paradoxonokkal, amik hatásaival előzetesen számolva reálisabban kalkulálhatók az új technológiák eredményei.

**Kulcsszavak:** ipar 4.0, logisztika 4.0, termelékenység mérés, termelékenységi paradoxon

### **Abstract**

Industry and Logistics 4.0 summarizes the technological / informatics methods offered by digital solutions for the most areas of economies in micro- and macro level. We expect by these innovations to increase the efficiency that is, using less resources and more efficient internal and external processes. There is also the expectation to improve productivity, which is the performance side positive consequence of the application of advanced technologies. By smart solutions, not only industrial companies, but the entire supply chain become cheaper and faster. However, the use of technical / informational novelties does not always have the expected results by the statistics. The reasons for this can be explained by well-known, but less-counted paradoxes, which, by anticipating their effects, can be more effectively, calculated the results of new technologies.

**Keywords:** industry 4.0, logistics 4.0, productivity measurement, productivity paradox,

## **BEVEZETÉS**

Az ipar 4.0 kifejezés napjaink egyik legtöbbet emlegetett kifejezésévé vált. A megnevezés arra a technológiai/informatikai ugrásra utal, ami az ipari termelés fejlődésében napjainkban látható, és ami a modern gyárak kialakulásához vezet (smart factory). Ennek mintájára aztán a többi terület 4.0-ja is megszületett, jelezvén, hogy a technológiai innovációk mindenhova elértek. A logisztika 4.0 azokat a digitális megoldásokat összegzi, ami az automatizációt, az összekötöttséget, a nyomkövetés lehetőségét ellátási lánc szinten is lehetővé teszi. A 4.0 ernyőkifejezésnek hasonló jelentéssel számos szinonimája terjedt el. Ilyenek az IoT, azaz a dolgok internete, vagy a Japánban meghonosodott society 5.0, amikbe nem csak a gazdaságban használható, hanem a társadalom számára kifejlesztett megoldásokat is beleértik.

A gazdaságban általános, hogy a vevők egyre jobb kiszolgálásának, esetleg új piacok meghódításának ill. a szűkösen rendelkezésre álló erőforrások egyre jobb kihasználásának céljával alkalmazzák a legújabb technológiákat (Haynes, et. al. 2018). Utóbbinak egyik

---

<sup>1</sup> Egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, email: sedit@sze.hu

legfontosabb jellemzője a termelékenység, ami szoros kapcsolatban van a hatékonyság alakulásával. Ezek mérésére számos módszer és mutató áll rendelkezésre, amelyek alkalmasak nem csak a különböző erőforrások, mint inputok hatékony felhasználásának mérésére és – időbeli, valamint térbeli - összehasonlítására, de használhatjuk őket a gazdaság különböző szintjein – mikro-, szektor- és makroszinten - létrehozott outputokban bekövetkező változások követésére is. Ami érdekes, hogy az okos megoldásoktól, technológiai, ICT innovációktól racionálisan elvárható termelékenységjavulást nem tükrözik a statisztikai adatok. Az amerikai és az európai gazdaságokban lassul, stagnál, vagy egyenesen visszaesik a növekedés, miközben újabb és újabb technológiai vívmányok kerülnek kifejlesztésre. A jelenség nem új. A Metcalf paradoxon, vagy az újra sokat emlegetett Solow paradoxon már a nyolcvanas évek IT fejlesztései kapcsán előkerültek, amikor a forradalmi informatikai eszközök nem hozták a mérhető változásokat a termelékenységi eredményekben (David, 1990). Most újraélhetjük ezt a világjelenséget. A cikk bepillantást nyújt a termelékenység mérésének elméleti és praktikus részleteibe, statisztikai adatokkal szolgál a paradoxon létre, ill. válogatást nyújt a legvalószínűbb magyarázatokból, amik vitája tovább tart a nemzetközi szakirodalomban, még akkor is, ha időnként megoldódni látszik a probléma (Brynjolfsson, Lorin, 1996).

## A TERMELÉKENYSÉG MÉRÉSE

A termelékenység mérésre számos mutató áll rendelkezésre. A mérés maga mindig összehasonlítást céloz, két időszakot, vagy két eltérő térbeli helyszín teljesítményét (output) vethetjük össze. Ami közös, hogy a teljesítmény-összehasonlítás mindig kiterjed a felhasznált erőforrásokra (input) is. Az 1. táblázat összefoglalja, hogy a

- parciális, azaz csak egyféle input
- többfaktoros (MFP), azaz a tőke és a munkaerő, mint input,
- teljesfaktoros<sup>2</sup> (TFP), azaz valamennyi input

figyelembevételével milyen termelékenységi mutatók számíthatók. A teljesítmény számbavétele is történhet bruttó és nettó teljesítményként. Előbbi halmozódást tartalmazhat, amennyiben számbavételre kerülnek az ellátási láncban följebb képződő teljesítmények is.

1. táblázat: A legfőbb termelékenységi mutatók

<i>Teljesítmény</i>	<i>Ráfordítás</i>			
	Munkaerő	Tőke	Tőke és munkaerő	Tőke és munkaerő és közvetett ráfordítások (energia, anyag, szolgáltatás)
Bruttó teljesítmény	Munkaerő termelékenység (bruttó érték)	Tőke termelékenység (bruttó érték)	Tőke-munkaerő MFP (multifaktor) (bruttó érték)	KLEMS multifaktor termelékenységi mutató
Nettó teljesítmény	Munkaerő termelékenység	Tőke termelékenység	Tőke-munkaerő MFP (multifaktor)	-
<i>Részleges (parciális) termelékenységi mutatók</i>			<i>Többfaktoros termelékenységi mutatók (multifaktor: MFP)</i>	

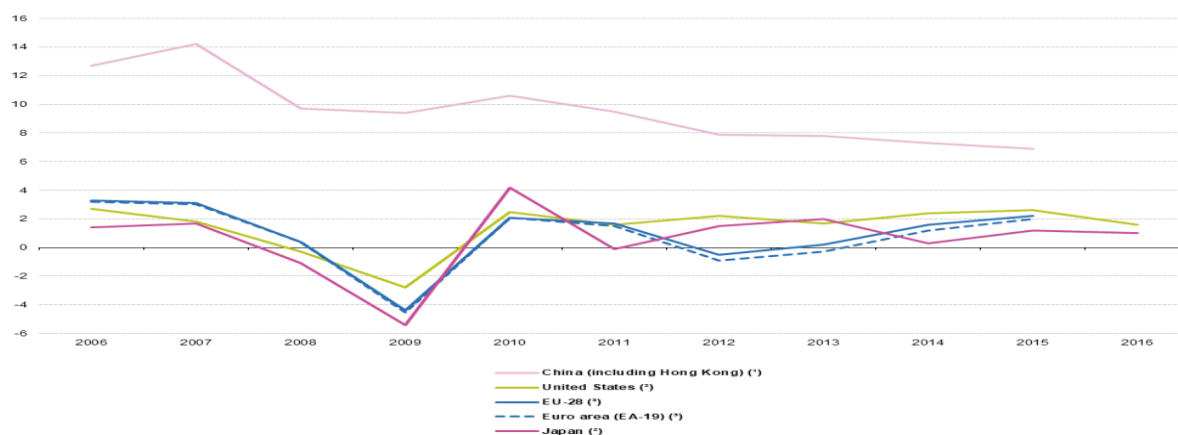
<sup>2</sup> A teljesfaktoros (TFP) mutató csak relatív módon „teljes”, mivel ez sem tud minden erőforrást teljes körűen figyelembe venni (pl. a föld értéke, emberi tudás, egyéb megfoghatatlan erőforrások értéke, stb.)

Mind az inputok, mind az outputok számba vehetők természetes mértékegységben, ill. értékben. Előbbi a termelést/szolgáltatást fizikai oldalról méri, pl. munkatermelékenységként az egy dolgozóra, vagy egy munkaóra jutó gyártott termékdarabszámot (pl. egy műszak alatt), utóbbi a pénzügyi teljesítményt kíséri figyelemmel pl. a nettó árbevétel és az ahhoz felhasznált erőforrások költségének hányadosaként (pl. egy hónap alatt). Az eszközhatékonyság mérésének alapja a gépóra, mint input, egyik leggyakrabban számított mutatója az OEE<sup>3</sup>, vagyis a teljes eszközhatékonyság.

A termelékenység mérése során számos probléma merül fel a gyakorlatban. Az egyik ilyen a bemenő adatok előállítás. Mind az inputok, mind az outputok önálló mérése és aggregálása nehézségekbe ütközik. További kérdés adott input(ok) által keletkező output(ok) kölcsönös elkülönítése. A fizikai teljesítmény mértékegységének megválasztása több termékes környezetben szintén kérdés. Az értékben mért mutatók esetén a két időszak árainak változása (ár deflátor hiánya), vagy a teljesítmény minőségi eltérései megint csak kérdéseket vetnek fel. Az eltérő technikai színvonalú összehasonlításokhoz további információk szükségesek (Hüttl, 2009). A szolgáltatások megfoghatatlan teljesítményének mérése olyan általános problémát jelent, amire szolgáltatás-specifikus megoldások kellenek (Nachum, 1999).

## A TERMELÉKENYSÉG ALAKULÁSA

A makroszintű termelékenységet az egy főre jutó GDP-vel<sup>4</sup> mérjük. Ennek %-os értéke egy múltbeli periódushoz képest vizsgálja a változást bázisviszonyszámok formájában. A láncviszonyszámok az előző év viszonylatában vizsgálják a növekedést, ill. csökkenést. Az 1. ábra is láncviszonyszámokat mutat tíz évre vonatkozóan, különböző régiókban.



Note: based on chain linked volumes.  
 (\*) 2006-2010: estimates. 2016: not available.  
 (\*\*) 2016: estimate.  
 (†) 2016: not available.  
 Source: Eurostat (online data code: naida\_10\_gdp), OECD and World Bank

1. ábra A GDP alakulása 2006 és 2016 között láncviszonyszámok formájában

Forrás: Eurostat 2016<sup>5</sup>

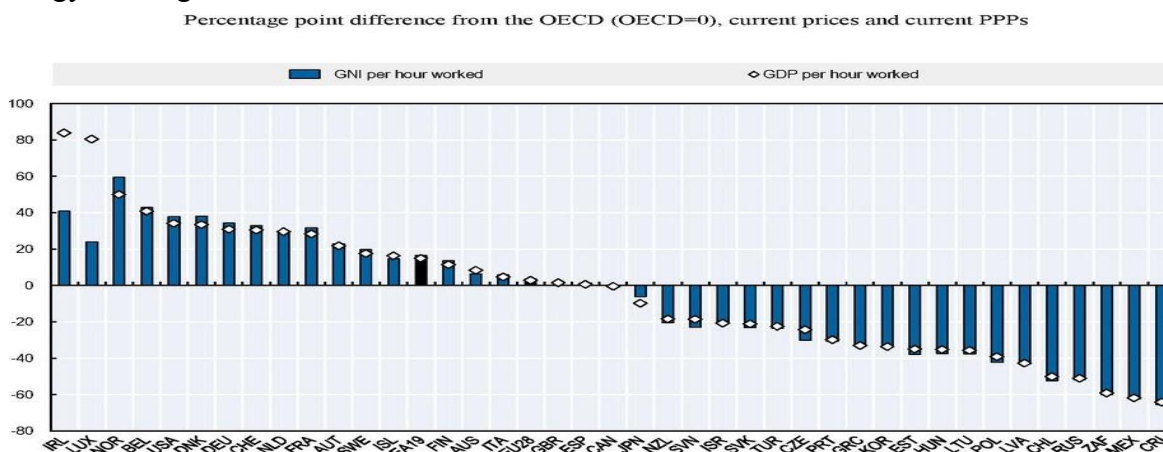
<sup>3</sup> Overall Equipment Efficiency

<sup>4</sup> Gross Domestic Product: Bruttó hazai termék (az ország területén létrehozott új érték)

<sup>5</sup> Forrás: Eurostat 2016 <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-EI-16-001>

Feltűnő, hogy a 2009-es recessziót követően eltérő mértékben sikerült a régiók felzárkózása, ill. hogy az európai régió növekedése újra jelentősen visszaesett, és csak csekély ütemben kezdett újra növekedni.

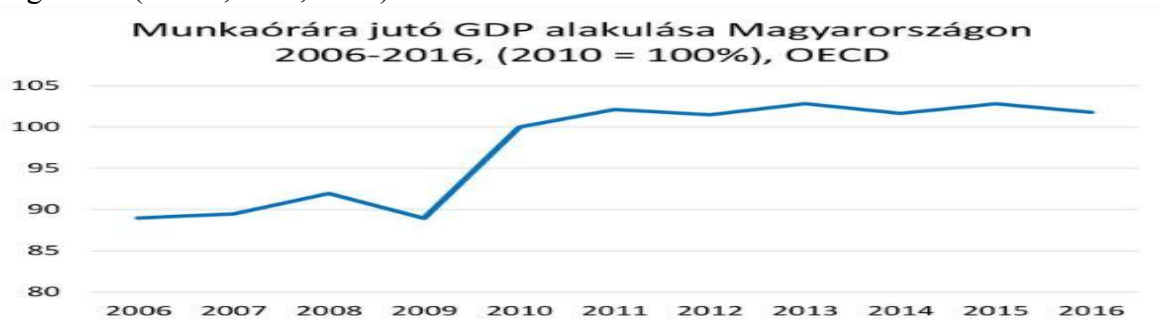
Az OECD minden évben átfogó elemzést készít a termelékenység országok szerinti alakulásáról, és trendjeiről. Vizsgálja a munka- és tőketermelékenységet, és a kétféle input együttes figyelembevételével töbttényezős termelékenységet (MFP) is számít. A 2. ábrán az OECD országok bázisán szerepelnek az egyes országok 2016-os GNI<sup>6</sup> és GDP adatai, köztük Magyarország.



2. ábra Az egy munkaóra eső GDP és GNI adatok 2016-ban országok szerint

Forrás: OECD 2018.

Ha csak a GDP adatokat nézzük, sokkal jobb képet mutatunk. A következő 3. ábra a magyarországi a termelékenység alakulását 2010-es bázison ábrázolja. A termelékenység alakulása hatással van a mindenkori versenyképességre. Magyarország versenyképességi helyezése 2018-ban a 140 országot összehasonlító WEF<sup>7</sup> rangsorban a 48. Ez az előző évihez képest 12 helyezéssel jobb. A megváltozott módszertan alkalmazása azonban sajnos annullálja az előrelépést. Versenyképességben a V4-országok közül az utolsók vagyunk, az EU 28-ból a 24.-ek vagyunk, csak Bulgária, Románia, Görögország és Horvátország van mögöttünk (Koltai, Tóth, 2018).



3. ábra Az egy ledolgozott munkaórára jutó GDP magyarországi adatai

Forrás: OECD 2018.

Az adatok szerint a GDP alakulása a világgazdasági válságot követően nem mutat nagy kilengéseket, a GDP növekedése tartósan meghaladja az uniós átlagot, és a V4 országok is az

<sup>6</sup> Gross National Income. Bruttó nemzeti jövedelem (a korábbi GNP, bruttó nemzeti termék megfelelője). A GDP-ből származtatott mutató, ami figyelembe veszi a külföldre kiáramló, és az onnan bejövő jövedelmeket.

<sup>7</sup> World Economic Forum. Világgazdasági Fórum.

uniós átlag fölött teljesítenek. De vajon mi okozza a világszerte tapasztalható ennél jóval szolidabb gazdasági növekedést, miközben egyre több innovatív technológia érhető el?

## TERMELÉKENYSÉGI PARADOXONOK

A termelékenység fontossága, ill. annak növelésére irányuló erőfeszítések nem újkeletűek<sup>8</sup>. Szinte minden országban - nálunk is - léteznek olyan intézmények (Termelékenységi Tanács<sup>9</sup>), amik a termelékenység növelés, termelékenység mérés kérdéseivel foglalkoznak. A statisztikákból azonban sem ezek az erőfeszítések, sem pedig az innovatív technológiák alkalmazásának hatásai nem tükröződnek vissza. Sokat emlegették a 80'-as években ennek a helyzetnek a jellemzésére az ún. Solow paradoxont, amit Solow 2.0-ként a mostani viszonyokra is igaznak érzünk: „Az IT fejlesztések hatása mindenütt jól látható, kivéve a termelékenységet.” (Solow, 1987.) Most a digitalizáció hatásait keresnénk, de ugyanúgy nem találjuk meg a termelékenységi statisztikákban. A mindennek mindennel történő összekötöttséget biztosító technológiák hatásának vizsgálatára a Metcalfe szabályt<sup>10</sup> emlegetik, miszerint egy hálózat értéke négyzetesen növekszik a résztvevők számával. Ez elsősorban a nyilvános hálózatok értékének, ill. használhatóságának jellemzője, de van relevanciája egy cégen, vagy ellátási hálózaton belüli összeköttetési pontok számának szempontjából is. A Solow paradoxont sokan és sokféleképpen magyarázták a nyolcvanas évekbeli megjelenése óta (Blinder, Quandt, 1997), (Berndt, Tripplett, 1990) (Brown, 2014). A magyarázatokat három csoportba sorolom:

- mérési problémák
- viselkedési, menedzsment és vállalati kultúrához kapcsolódó problémák
- várakozásokhoz kapcsolódó problémák

A termelékenység mérésére vonatkozó kérdések között szerepelnek az előzőekben említett input és output adatok előállításának és aggregálásának problémái. Szerepet játszanak a szolgáltatási területek és a szellemi munkaerő teljesítményének megfoghatatlanságából eredő értékelési nehézségek. A használt indikátorok részleges volta, ill. az ebből eredő pontatlanság, torzítás szintén fontos tényező. További kérdés a megfelelő mutató kiválasztása és értelmezése. Előjönnek tehát a mérés és értelmezés, ill. értékelés klasszikus metodológiai problémái a termelékenység-specifikus kérdéseken túl is. Ennek a következménye lehet az is, hogy van valós termelékenység növekedés, de nem tudjuk kimutatni. Az innovatív technológiák pozitív hatásai közé tartoznak olyanok is, amiket a mutatókban nem mérünk. Ilyenek a minőség-növekedés, új termék, ill. növekvő termékválaszték, a reagálóképesség növekedése, a gyorsaság növekedése, a pontosság növekedése, a megbízhatóság növekedése, a jobb ügyfélkiszolgálás, jobb vevőkapcsolatok, stb. Az árváltozás nyomonkövetéséhez hiányzik az ár deflátor.

A vállalati viselkedéshez kapcsolódó kérdések között vannak a munkaerőhöz köthetők, mint a munkahelyi stressz hatásai, a munkaerő képzetlensége a fejlett technológiák használatához, az ellenállás ezek iránt, vagy az ún. technológia „túlhasználat”, ami a munkacéloktól eltérő használat hatása. Ezek mellett jelentkezhetnek strukturális és menedzsment problémák, amik a bevezetés és alkalmazás során jelentkeznek szervezeti, ill.

---

<sup>8</sup> 1953-ban jött létre az Európai Termelékenységi Ügynökség (European Productivity Agency, EPA), 1966-ban a Nemzeti Termelékenységi Központok Európai Szervezete (European Association of National Productivity Centres, EANPC). 1994-ben Magyarországon is megalakult a Magyar Termelékenységi Központ (Hungarian Productivity Center, HPC). <https://www.hpcconsulting.hu/tudastar/termelekenyseg/termelekenyseg-meres-es-menedzsment/termelekenysegi-szervezetek/>

<sup>9</sup> Jelenleg az Unió Tanácsának 2016-os ajánlására létrejött Nemzeti Termelékenységi Tanács a letéteményese a termelékenységnövelés koordinálásának Magyarországon.

<sup>10</sup> Briscoe, et al. (2006).

irányítási oldalról. Az is lehet, hogy a sokféle magyarázat az elmaradó termelékenységjavulásra Edisonnal lerövidíthető: "There is no substitute for hard work.", azaz a kemény munkát nem helyettesítheti semmi. Ez még a robotok korában is így van.

A digitális átmenethez kapcsolt várakozások nem teljesülnek a termelékenységi adatokban. Ennek is többféle oka lehet, amik között a túlzott várakozások, az időben csak később jelentkező hasznok, innovációterjedési sajátosságok, ill. a redisztribúció hatásai is szerepelhetnek. Lemondóbb vélemények szerint az 1870 és 1970 közötti időszak növekedése egyszeri és megismételhetetlen. A vita folytatódik, újabb és újabb kutatások indulnak, amik összekapcsolják a 4. ipari forradalom és a termelékenység alakulását, és kapcsolatot, valamint magyarázatot keresnek a várakozások, a tények és a statisztikák eltéréseire.

## ÖSSZEGZÉS

A cikk az okos technológiák területén megjelenő innovációk okozta ipar 4.0 korszak és a termelékenység alakulása közötti viszony kérdéseit vizsgálta. Megmutatta a termelékenység mérésére ajánlott, leggyakrabban használt mutatókat, foglalkozott a termelékenység mérése és értékelése során jelentkező problémákkal, valamint nemzetközi statisztikai adatokkal szemléltette az OECD országok és Magyarország teljesítményének alakulását. A várakozások, és az ezektől eltérő teljesítmények paradoxikus helyzetet teremtenek. A Solow által leírt állapot a Solow paradoxon formájában a digitális átmenet korszakában is kérdéseket vet fel. A lehetséges magyarázatok több oldalról írják le azokat az okokat, ami a technológiai váltás és az általa okozott hatások elmaradására vonatkoznak. A vita nincs lezárva, a kérdés továbbra is kérdés, azaz, hogy milyen okai vannak a várakozásoktól elmaradó termelékenység alakulásának.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk és az előadás az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen támogatásával készült.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Berndt, E. R., Triplett, J. E. (eds.) (1990) Fifty Years of Economic Measurement: The Jubilee of the Conference on Research in Income and Wealth. *National Bureau of Economic Research, Studies in Income and Wealth*. Vol. 54. University of Chicago Press.
- Blinder, A. S., Quandt, R. E. (1997) The computer and the economy: Will information technology ever produce the productivity gains that were predicted? *The Atlantic Monthly* 280(6) (December) pp. 26-32.
- Brown, M. M. (2014) Revisiting the IT Productivity Paradox. *American Review of Public Administration* 2015, Vol. 45(5) pp. 565–583
- Briscoe, B., Odlyzko, A., Tilly, B., (2006) Metcalfe's Law is Wrong., *IEEE Spectrum*, July 2006.
- Brynjolfsson, E., Lorin, H. (1996) Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Science* 42(4) (April) p. 541.
- David, P. A. (1990) The dynamo and the computer: A historical perspective on the modern productivity paradox. *American Economic Review* 80 (May) pp. 355-61.

- Eurostat 2016 <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/KS-EI-16-001>
- Foster, L., Grim, C., Haltiwanger, J., Wolf, Z. (2018) Innovation, Productivity Dispersion, and Productivity Growth. *National Bureau of Economic Growth (NBR) working paper series* 24420.
- Haynes, P., et. al. (szerk.) (2018) EIB Investment Report 2018/2019: retooling Europe's economy - Key findings. [www.eib.org/investment-report](http://www.eib.org/investment-report) (letöltve: 2018. szept. 18.)
- Hüttl, A. (2009) Termelékenység a magyar gazdaságban. TM 63. sz. Műhelytanulmány. Budapest, BCE Vállalatgazdaságtan Intézet Versenyképesség Kutató Központ.
- Kolosi, T., Tóth, I. Gy. (szerk.) (2018) *Társadalmi riport. Tanulmánykötet*. Budapest, Tárki. p. 226.
- Nachum, L. (1999) The Productivity of Intangible Factors of Production. *Journal of Service Research*, 2(2), pp. 123-137.
- OECD Manual (2011): Measuring Productivity. Measurement of Aggregate and Industry level Productivity Growth. (in Giovannini, E. Nezu, R. Eds.)
- OECD (2018) OECD Compendium of Productivity indicators 2018. OECD Publishing Paris [https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-compendium-of-productivity-indicators-2018\\_pdtvy-2018-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-compendium-of-productivity-indicators-2018_pdtvy-2018-en#page1)
- Solow, R. M. (1987) We'd better watch out. *New York Times. Book Review* (July 12) p. 36.
- WEF GCI (2017): The Global Competitiveness Report 2017–2018. World Economic Forum Genf. <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017> (letöltés dátuma: 2018. szept. 18.)