

TÉNY-KÉP

Csugány Julianna-Tánczos Tamás

A humán erőforrás technológiai fejlődésben betöltött szerepének mérési sajátosságai¹

A gazdaságban végbemenő technológiai változásokat az új tudás létrehozása és gyakorlati alkalmazása teszi lehetővé. A technológiai fejlődés ezért értelmezhető a tudásfelhalmozás sajátos formájaként is, melynek megvalósulásában az országok humán erőforrásbeli adottságai kulcsfontosságú szerepet töltenek be. Az emberi erőforrás technológiai fejlődéshez való hozzájárulása közelíthető mennyiségi, azaz a népességhez kapcsolódóan a munkakinálat oldaláról, illetve minőségi aspektusban is, mely a humán tőke jellemzőit helyezi a középpontba. A humán tényezők szerepe nem vitatható a technológiai újítások folyamatában, de mérhetősége változatos képet mutat a nemzetközi összehasonlításokban. Jelen tanulmány egy rövid áttekintést kíván nyújtani a technológiai fejlődés szempontjából elengedhetetlen humán erőforrás mérési sajátosságairól, s összehasonlítást végez a kiemelt területeken az európai országok vonatkozásában innovációs teljesítményük figyelembevételével. Célunk, hogy a későbbiekben a mérési módszerek előnyeit ötvözve újszerű közelítésben vizsgáljuk, hogy a humán erőforrás fejlesztését mely területekre kell összpontosítani ahhoz, hogy a kevésbé fejlett országokban elinduljon a technológiai felzárkózás.

Kulcsszavak: technológiai fejlődés, humán erőforrás, oktatás, képzés, innovációs teljesítmény
JEL-kód: O15, O57

Bevezetés

A technológiai fejlődés egy olyan dinamikus folyamat, amely az új technológiák alkalmazásán és széleskörű elterjedésén keresztül, a termelékenységekben is érezhető hatékonyságjavulás realizálásával válik a növekedés motorjává. A technológiában megtestesülő, ötletekből formálódó új tudás széleskörű gyakorlati alkalmazása lehetővé teszi a gazdaság hatékonyabb működését. Az országok többsége nem képes új technológiák létrehozására, mert nem állnak rendelkezésükre a megfelelő erőforrások, illetve nem kedvez az intézményi környezet sem az újító tevékenységnek. Ezekben az országokban is megfigyelhető azonban technológiai fejlődés, amely a máshol kifejlesztett és eredményesen alkalmazott újdonságok adaptálása révén valósul meg. A humán tőke nélkülözhetetlen a technológia létrehozásához és adaptálásához is, ezért a gazdaságokban rendelkezésre álló humán erőforrás mennyiségi és minőségi jellemzői alapjaiban határozzák meg a technológiai haladás feltételrendszerét.

Kutatásunk alapkérdése, hogy a humán erőforrások területén milyen sajátosságok mutathatók ki attól függően, hogy az országokban önálló kutatás-fejlesztési tevékenység révén, azaz innováció-vezérelt módon, vagy a más országban már eredményesen működő újdonságok adaptálásával, azaz imitáció útján valósul-e meg a technológiai fejlődés. Kérdésként megfogalmazódik az is, hogyan segítheti elő a humán erőforrás fejlesztés a kevésbé fejlett országok technológiai felzárkózását. E kutatáshoz kapcsolódva jelen tanulmány rövid áttekintést nyújt a technológiai fejlődéshez szükséges humán erőforrásbeli ellátottság mérési módszereiről.

A különböző mutatók segítségével összehasonlítjuk az európai országok innovációs teljesítménycsoportjainak humán feltételrendszerét, hogy rávilágítsunk, mely területeken mutatkozik hasonló

¹ Jelen tanulmány az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

ság, s hol jelentkezik a legnagyobb különbség az innovációban élen járó és lemaradó országok között.

A humán tőke és a technológia megjelenése a növekedési modellekben

A közgazdászok között konszenzus alakult ki arról, hogy a gazdasági növekedés hajtóereje a termelékenységnövekedésben megnyilvánuló technológiai haladás, melyhez megfelelő intézményekre, valamint fizikai és humán tőkére van szükség. *Robert Solow* 1956-os cikke hívta fel a figyelmet arra, hogy a növekedésnek van egy olyan része, amely nem magyarázható a klasszikus termelési tényezők felhalmozásával, ezért hosszú távon gazdasági növekedés csak a teljes tényezőtermelékenység növekedésében megnyilvánuló technológiai haladás révén érhető el. Az új növekedésméleti modellekben kiemelt figyelmet kap a humán tőke és a tudás, s hozzá kapcsolódóan a malthusi hagyományokhoz visszatérve, a népesség gazdasági növekedésben betöltött szerepének vizsgálata is. *Mankiw, Romer és Weil* (1992) a növekedésméleti kutatások kiindulópontjaként szolgáló Solow-modellt úgy fejlesztették tovább, hogy kiegészítették a humán tőkével, s arra a következtetésre jutottak, hogy az exogén megtakarítási ráta magasabb szintű humán erőforrással párosulva magasabb jövedelmet generál, vagyis a humán tőke is meghatározó tényezője a gazdasági növekedésnek. A kelet-ázsiai gazdasági csodák vizsgálatával *Lucas* (1993) rávilágított arra is, hogy hosszú távon a jövedelmek alakulása egyenesen arányos a humán tőke kezdeti állományával, ezért a termelékenység növekedésében az emberi erőforrásnak kiemelkedő szerepe van, az országok között kialakult életszínvonalbeli különbségekben lényegében a humán tőke eltérései tükröződnek. A humán erőforrás tehát közvetlenül és közvetetten, a technológiai fejlődésen keresztül is hozzájárul a növekedéshez.

Számos empirikus kutatás alátámasztja, hogy a magasabb jövedelmű országok technológiailag jellemzően fejlettebbek, innovációs aktivitásuk élénkebb, az újdonságok többségét ők hozzák létre, szemben az alacsony jövedelmű, technológiai követő országokkal, akik főként imitáció útján tudják az új technológiákat alkalmazni (*Barro–Sala-i-Martin* 1997; *Acemoglu-Aghion-Zilibotti* 2006; *Basu-Weil* 1998; *Jerzmanowski* 2007). *Krugman* (1979) is hangsúlyozza, hogy az innováció jellemzően a fejlett országokban valósul meg, ahol megfelelő intézményi környezetben együttesen áll rendelkezésre a materiális erőforrások mellett a tudás és szakértelem az új ötletek megszületéséhez és gyakorlati alkalmazásához. A technológiai fejlődés a jövedelmi helyzettől függően tehát eltérő módon realizálódhat a világ országaiban, melyhez eltérő humán feltételrendszerre lehet szükség. Az új technológia létrehozása és adaptálása különböző készségeket, képességeket igényel, s ily módon a technológiai vezető és követő országokban a humán erőforrás területén eltérő sajátosságok rajzolódhatnak ki. E kettősség figyelembevételével vizsgáljuk az országok humán erőforrásbeli sajátosságait mennyiségi és minőségi oldalról. Kvantitatív megközelítésben a munkakínálat jellemzőire helyeződik a hangsúly, melyhez kapcsolódóan két ellentétes nézőpont alakult ki a szakirodalomban. *Romer* (1994) elveti azt a korábbi elképzelést, mely szerint a népesség, s ily módon a munkakínálat növekedése pozitívan hat a gazdasági kibocsátásra, mert a vállalatok kevésbé lesznek ösztönözve munkamegtakarító innovációk megvalósítására akkor, ha több munkás vonható be a termelésbe, azaz a munkakínálat nő. *Jones* (2001) ugyanakkor amellett érvel, hogy a népesség növekedése nem csupán a munkakínálat növekedésében mutatkozik meg, hanem az ötletek termelésében is, mert több ember, több új ötletet találhat ki. *Jones* (1995) rávilágít arra is, hogy a népességnövekedéssel párhuzamosan a tudásbázis is nő, mely több kutatást indukálhat, s ezáltal intenzívebb lesz az újító tevékenység. Mindezek alapján a technológiai fejlődés szempontjából a munkaerő, leginkább, mint a tudás birtokosa és az új tudás létrehozója számít, azaz a kvalitatív megközelítés kerül előtérbe, s így a humán tőke területi sajátosságainak vizsgálata.

A humán tőke azoknak a készségeknek és képességeknek az összessége, melyek lehetővé teszik, hogy az emberek új ötleteket, s új tudást hozzanak létre, illetve alkalmazni tudjanak új megoldásokat. Az egyén képességei tanulás útján formálódnak, bővülnek, ezért a humán tőke a

tanulás formális és informális módjain, valamint az egyének közötti interakciókon keresztül fejleszhető. Egy gazdaságban a humán tőke nagysága az egyének intertemporális döntésétől is függ, akik erőforrásaikat fordíthatják a termelékenység aktuális szintjét befolyásoló jelenbeli tudásuk bővítésére, illetve a gazdaság potenciális lehetőségeit bővítő jövőbeli tudás fejlesztésére is (Lucas, 1988). Ezen erőforrás-allokációs döntés mentén megállapítható az is, hogy az ember fiatalon gyorsabban halmozza a humán tőkében megtestesülő készségeket és képességeket, mely folyamat az évek múlásával lassul. Ez közgazdaságilag azt jelenti, hogy a humán tőke felhalmozása az életkor előrehaladtával csökkenő ütemben növekvő tendenciát mutat. Fontos kiemelni a Lucas-féle modellezés azon korlátját, hogy sem a humán tőke, sem pedig a humán tőke növekedési üteme nem mérhető közvetlen módon. Ez azért is fontos, mert a technológiai fejlődésben kiemelt emberi tényezők szerepét csak különböző proxy változókkal közelíthetjük, melyek elsősorban a tanulás formális módjához, az oktatáshoz kapcsolódnak.

A technológiai fejlődéshez kapcsolódóan Nelson és Phelps (1966) az oktatás fontosságát új kontextusban emelték ki, figyelembe véve az országok eltérő technológiai színvonalát, s átvittven a technológiai fejlődés különböző megvalósulási formáját is. Modelljük arra a feltételezésre épül, hogy egy gazdaságban kétféle technológiai szint létezik: az egyik a potenciális, a technológiai vezető országok által realizált technológiai színvonal, mely a világ technológiai határának is tekinthető, míg a másik a gyakorlatban realizált, az adott gazdaságban rendelkezésre álló erőforrásokkal elérhető technológia szint. A szerzők feltételezik, hogy a potenciálisan elérhető technológiai szint állandó rátával nő, melyre a technológiai követő országoknak nincs ráhatása, számukra ez adottság. A gyakorlatban alkalmazott technológiai szintet azonban minden országban ceteris paribus egyenes arányban befolyásolja az oktatás színvonala. Az átlagos oktatási színvonal növekedésével így egy technológiai követő országban is elérheti a potenciális szintet a gyakorlatban realizált technológiai színvonal. Nelson és Phelps modelljében tehát a potenciális elérhető és a gyakorlatban ténylegesen alkalmazott technológia közötti rés nagysága fordítottan arányos az oktatás színvonalával, vagyis az oktatási színvonal javulása a rés csökkenését eredményezi. A szerzők ezáltal az oktatás technológia diffúziójában betöltött szerepére is ráirányítják a figyelmet, abból a feltételezésből kiindulva, hogy egy jobban képzett menedzser gyorsabban vezeti be az új termelési technikákat és jobb innovátor is, azaz mind az adaptálás, mind az újítás folyamatában fontos a képzett munkaerő. Ezzel összhangban Jovanovic (1997) is rámutat arra, hogy az új technológia alkalmazásához szükséges fizikai és humán tőke minden ország számára adottság, de egy jobb technológia alkalmazásához magasabb kvalifikált és jobb képességekkel rendelkező munkaerőre van szükség. Az oktatás így a humán tőke fejlesztésén keresztül az országok technológiai felzárkózásához is hozzájárul.

Összességképpen megállapítható, hogy a humán erőforrásnak inkább a minőségi jellemzői, azaz a humán tőke befolyásolja az országokban a technológiai fejlődést, s a munkakínálat indirekt módon a tudásbázis megteremtésén keresztül járul hozzá a folyamathoz. A technológiában felhalmozódó tudás elsajátítható formalizált módon, az oktatási rendszerben, valamint informálisan, a gyakorlatban, az egymástól való, illetve „csinálva” tanulásal (*learning-by-doing, learning-by-using*) is. Az innováció tehát nem más, mint az oktatás révén és a szakmai tapasztalatokkal szerzett tudás gyakorlatban való megtestesülése.

A humán erőforrás adottságok mérési sajátosságai

A technológiai fejlődés és a humán erőforrás ellátottság országspecifikus sajátosságainak mérése szorosan összekapcsolódik. Az innováció-statisztika a technológiai fejlődés lineáris modelljére épül oly módon, hogy az első lépés az új technológia létrehozása, jellemzően K+F tevékenység eredményeként, ezt az első gyakorlati alkalmazás, s végül a gazdaságban való elterjedés követi (Szunyogh 2010). Napjainkban az innovációs mérőszámok egyik fő pillérét a humán erőforrásbeli ellátottság jellemzői alkotják, melyek mellett a kutató-fejlesztő tevékenység, az innovációs aktivitás és az innováció eredményessége emelhető ki. A kutatás-fejlesztés, valamint az innováció terüle-

téhez kapcsolódóan jól különválaszthatók az új tudás létrehozásának és gyakorlati alkalmazásának indikátorai. A mérések évről évre finomodnak, s egyre nő a kvalitatív mérőszámok súlya is az ösz-szevont indikátorokban, mely révén lehetővé válik a nehezebben mérhető, de egyre fontosabbá vá-ló informális tényezők számbavétele is. A humán erőforrások területén kiemelhető, hogy az okta-tásban töltött idő és a végzettség, képzettség szintje mellett egyre fontosabbá válik az élethosszig tartó tanulás eszméjét követve a munkahelyi tanulás és a folyamatos kompetenciafejlesztés is. Utóbbihoz kapcsolódóan a szervezetek elkezdték kiépíteni a tudásátadás informálisabb módjait is, például mentori rendszereket alakítanak ki annak érdekében, hogy az idősebb, tapasztaltabb mun-kavállalók és a fiatalabb, frissebb tudással rendelkező dolgozók között biztosítsák az ismeretek megosztásának és egymás kölcsönös segítségének lehetőségét (Kozák, 2016). A humán tőke techno-lógiai fejlődéshez való hozzájárulását tehát különböző mérési szinteken, eltérő változókkal közelít-hetjük meg. Jelen tanulmány ezeket a mérési sajátosságokat szintetizálja, s mutat rá arra, hogy egy-egy terület elemzése nem elegendő ahhoz, hogy átfogó képet kapjunk a humán erőforrás fejlesztés fő irányairól.

Az újító tevékenység átfogó mérésére a két leggyakrabban alkalmazott komplex mutató az európai összetett innovációs mérőszám és a globális innovációs index. Az európai mérőszám jel-lemzően kvantitatív, a globális innovációs index már nagy arányban kvalitatív tulajdonságok figye-lembevételével számszerűsíti az országok innovációs teljesítményt. A minőségi tulajdonságokat he-lyezi előtérbe a Csugány (2016) által összeállított technológiai-intézményi környezet indexe is, mely újszerű megközelítésben vizsgálta a technológiai fejlődés országspecifikus feltételrendsze-rét. E három komplex mutató képezi vizsgálatunk alapját, melyekben a humán erőforrás jellem-zői eltérő súllyal és eltérő formákban jelennek meg. Célunk megvizsgálni, hogy a humán erőfor-rás mely jellemzői és hogyan mérhetők, illetve a mutatók között milyen hasonlóságok és külön-bözőségek figyelhetők meg az egyes területeken. A mérési módszerek áttekintését indokolja az is, hogy 2017-ben az európai országok innovációs teljesítményének összehasonlítására leggyakrabban alkalmazott összetett európai innovációs mérőszám felépítése megváltozott, bővült a humán erő-forráshoz kapcsolódó mutatók köre is, mely alátámasztja e terület fontosságát, s egyre pontosabb mérhetőségének biztosítását is.

A humán erőforrás ellátottság a technológiai fejlődés országspecifikus feltételrendszerének egyik fő pillére, ezért a különböző mutatókkal ország-keresztmetszeti összehasonlításokat is végzünk. Az országokat innovációs teljesítményük alapján megkülönböztetjük azért, hogy az is láthatóvá váljon, mely területeken mutatkozik a legnagyobb különbség az innovációban élen járó és lemaradó országok között. Ehhez az összetett innovációs mérőszámot használjuk, mely 36 eu-rópai országra² vonatkozóan szolgáltat adatot, s az összesített innovációs teljesítmény alapján az országokat négy csoportba sorolja: a legmagasabb értékkel rendelkezők a vezető innovátorok, akiket a jelentős, majd a mérsékelt innoválók, s végül a lemaradó innovátorok követnek. A különböző teljesítménycsoportokba az alábbiak szerint sorolhatók be az országok:

- *Vezető innovátorok*: Svájc, Svédország, Dánia, Finnország, Hollandia, Egyesült Király-ság, Németország
- *Jelentős innovátorok*: Izland, Ausztria, Luxemburg, Belgium, Norvégia, Írország, Izrael, Franciaország, Szlovénia
- *Mérsékelt innovátorok*: Cseh Köztársaság, Portugália, Észtország, Litvánia, Spanyolor-szág, Málta, Olaszország, Ciprus, Szlovákia, Görögország, Magyarország, Szerbia, Tö-rökország, Lettország, Lengyelország, Horvátország,
- *Lemaradó innovátorok*: Bulgária, Macedónia, Románia, Ukrajna

² Az SII (2017) az EU 28 országának, valamint Svájc, Norvégia, Izland, Izrael, Ukrajna, Törökország, Szerbia és Macedónia adatait tartalmazza.

A humán erőforrás mérőszámai az európai összetett innovációs mutatóban

Az európai országok innovációs teljesítményének mérésére az Európai Unió innovációs felméréseinek (*Community Innovation Survey, CIS*) eredményeiből alkotott összetett innovációs mérőszámot (*Summary Innovation Index, SII*) alkalmazzák jellemzően, mely lehetővé teszi ország rangsorok készítését, valamint az egyes területek országok közötti összehasonlítását is. Az SII 2016-ig három oldalról közelítette az innovációt, az innovációs hajtóerők, a vállalati tevékenység és a kibocsátás területén összesen 8 dimenzió mentén 25 mutatóval ragadta meg az országok innovációs teljesítményét, melyek segítségével az erősségek és gyengeségek feltérképezhetők (*Hollanders – Es-Sadki – Kanerva, 2016*).

2017-ben a mérési metodika megváltozott, a korábbi három helyett már négy fő csoportba – keretfeltételek, a beruházások, az innovációs tevékenységek és a hatások – sorolják azt a 27 mutatót, mellyel leginkább jellemezhető az országok innovációs teljesítménye (*Hollanders – Es-Sadki, 2017*). 2017-től az összetett innovációs mérőszám az 1. ábrán látható módon épül fel, melyen az is látszik, hogyan oszlanak meg a mutatók az egyes területek között.



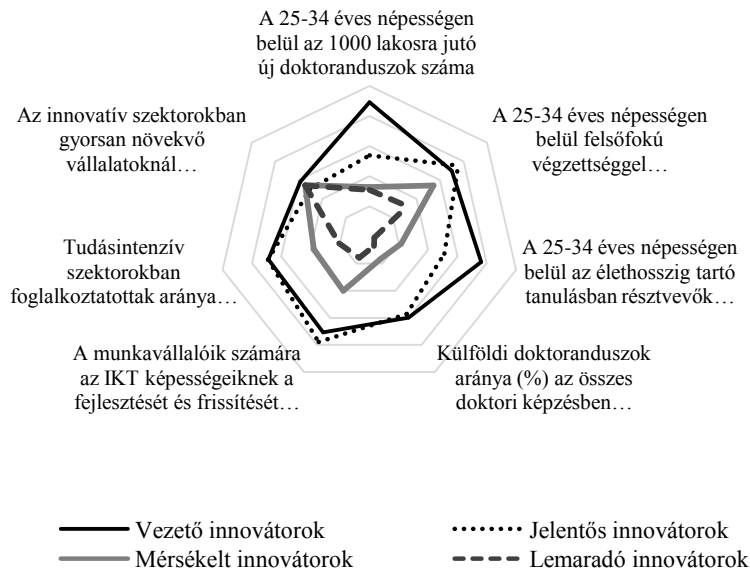
1. ábra: Az európai összetett innovációs mérőszám (SII) felépítése és a mutatók részterületenkénti megoszlása

(The structure of Summary Innovation Index and the distribution of indicators by subfields)

Forrás: *Hollanders – Es-Sadki (2017)* alapján saját összeállítás

Az SII mérési változtatásai a humán erőforrás területét jelentősen érintik. A korábbiakhoz képest több, az innováció szempontjából kiemelten fontos területen is történik mérés, valamint több változónál is finomították a számbavételt. A humán erőforrások főcsoportban továbbra is három mutató szerepel, de az új indikátorok jobban jellemzik a K+F+I humán feltételrendszerét. A 25-34 éves népességben belül az 1000 lakosra jutó új doktoranduszok száma mutató változatlan maradt, ugyanakkor e mellé a 30-34 éves korosztály helyett szintén a 25-34 éves korcsoportban veszik figyelembe a felsőfokú végzettséggel rendelkezők arányát. Új elemként bekerült az élethosszig tartó tanulásban résztvevők arányának mutatója a korábbi, legalább középfokú végzettséggel rendelkező fiatalok arányának mutatója helyett. A vállalati beruházások között megjelenik a vállalati képzések fontosságát alátámasztva egy új változó, mely azon vállalatok részarányát mutatja, melyek a munkavállalók számára az IKT képességeiknek a fejlesztését és frissítését szolgáló képzéseket kínálnak. Az innováció hatásai között külön részterületet képeznek a foglalkoztatásra gyakorolt hatások, melyek egyrészt a tudásintenzív, másrészt az innovatív szektorokban gyorsan növekvő vállalatok foglalkoztatási adatait veszik számba. Összességében megállapítható, hogy az SII újragondolt felépítése a humán erőforrás technológiai fejlődésben betöltött szerepének mérését a korábbiaknál részletesebben teszi lehetővé. Az összetett innovációs mérőszám humán erőforráshoz kapcsolódó fent említett részterületein a vezető és jelentős innovátorok, valamint a mérsékelt innoválók és a lemaradók a 2. ábrán látható módon teljesítenek. Az értékeket úgy kaptuk, hogy a különböző teljesítménycsoportokba tartozó országok egyes területeken elért eredményeit átlagoltuk, majd tekintettel arra, hogy a különböző részterü-

letek jellemző indikátorai matematikailag eltérő formában fejezhetők ki, skálatranszformációt végeztünk és a normalizált változók értékeit hasonlítottuk össze.



Megjegyzés: a vizsgált változók értékei 0 és 1 közötti normalizált skálán mozognak.

2. ábra: Az európai országok innovációhoz kötődő humán erőforrás mérőszámainak teljesítménycsoportonkénti alakulása 2016-ban

(The evolution of the human resource indicators related to the innovation in European countries by performance groups in 2016)

Forrás: EIS (2017) alapján saját szerkesztés

A 2. ábra alapján megállapítható, hogy a vezető innovátorok előnye az *1000 lakosra vetített doktori képzésbe újonnan belépő hallgatók* esetében a legnagyobb, mely alátámasztja azt a feltevést, miszerint az innovátor országokban a kutatói hálózat sokkal erősebb, s ez megteremti az új technológiák létrehozásának szakmai háttérét. Ezen a területen a vezető és a jelentős innovátorok között is komoly különbség mutatkozik. A vezető innovátor országokban átlagosan 3 új doktorandusz jut 1000 lakosra a 25-34 éves korosztályban, a jelentős innovátorok esetében azonban számuk nem éri el a 2 főt. Érdekeség, hogy e területen a jelentős innovátorok közé tartozó Szlovénia mutatója a legjobb, 3,55-ös értéke meghaladja a vezetők legjobbját, Svájcot, ahol 3,4 a mutató értéke. Ez azt jelenti, hogy míg Szlovéniában 100 000 lakosra 355 doktorandusz jut, addig Svájcban ennél valamivel kevesebb, 340. A vizsgálatba vont országoknál Törökországban a legalacsonyabb ez az érték, 100 000 lakosra mindössze 41 doktorandusz jut. A doktori képzésben résztvevő hallgatók száma jól jellemzi a kutatói utánpótlást, ugyanakkor az országok K+F tevékenységének csak egy része kapcsolódik a felsőoktatási kutatóműhelyekhez, a gyakorlati alkalmazhatóság tekintetében a vállalati kutatások fontosabbak, melyeket azonban nagyon nehéz mérni. Emiatt felértékelődik a vállalati képzés és az élethosszig tartó tanulás jelentősége. A *25-34 éves népességén belül élethosszig tartó tanulásban részt vevők aránya* tekintetében is látványos már a jelentős innovátorok lemaradása is. A vezetőknél a ráta értéke 22,61%, míg a jelentős innovátoroknál nem éri el a 15%-ot sem, a lemaradóknál pedig alig több, mint 2%. A többi vizsgált területen kiegyenlítettebb a vezető és a jelentős innovátorok teljesítménye, sőt az eltérő innovációs teljesítményt nyújtó országoknál meglepő módon nem mutatkozik komoly különbség

az innovatív szektorokban gyorsan növekvő vállalatoknál foglalkoztatottak arányában, mindenhol 4-5% körül mozog az arány, mely felveti azonban a mutató alkalmazhatósági problémáit, különösen annak figyelembevételével, hogy a tudásintenzív szektorban foglalkoztatottak esetében jelentősebb különbség mutatkozik az élen járók és követők között. Az 1. táblázatban az innovációs teljesítménycsoportok átlagos teljesítménye látható az SII humán részterületein.

1. táblázat: Az európai országok innovációhoz kötődő humán erőforrás mérőszámainak teljesítménycsoportonkénti átlagos értékei 2016-ban

(The average values of the human resource indicators related to the innovation in European countries by performance groups in 2016)

<i>Mutató megnevezése</i>	Vezető innovátorok	Jelentős innovátorok	Mérsékelt innovátorok	Lemaradó innovátorok
A 25-34 éves népességen belül az 1000 lakosra jutó új doktoranduszok száma	2,94	1,87	1,20	1,14
A 25-34 éves népességen belül felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya (%)	43,87	45,86	38,23	29,93
A 25-34 éves népességen belül az élethosszig tartó tanulásban résztvevők aránya (%)	22,61	14,98	7,01	2,10
Külföldi doktoranduszok aránya (%) az összes doktori képzésben résztvevő hallgatók között	32,51	35,24	9,20	3,96
A munkavállalók számára az IKT képességeknek a fejlesztését és frissítését szolgáló képzéseket kínáló vállalkozások aránya (%)	27,67	30,50	17,80	10,00
Tudásintenzív szektorokban foglalkoztatottak aránya (%)	17,53	18,01	12,20	9,25
Az innovatív szektorokban gyorsan növekvő vállalatoknál foglalkoztatottak aránya (%)	4,76	4,34	4,47	4,47

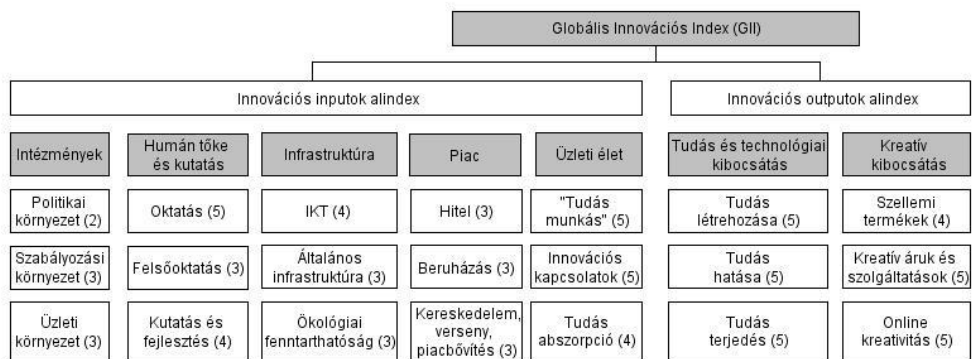
Forrás: EIS (2017) alapján saját szerkesztés

Az 1. táblázat alapján megállapítható, hogy több mutató esetében is a jelentős innovátorok teljesítménye meghaladja a vezetőket, így a 25-34 éves népességen belül felsőfokú végzettséggel rendelkezők és a külföldi doktoranduszok aránya, valamint a tudásintenzív szektorokban foglalkoztatottak és az IKT készségek fejlesztését célzó képzéseket kínáló vállalatok aránya is átlagosan magasabb a vezetőket közvetlenül követő innovátoroknál. A vezető innovátor országok teljesítménye ugyanakkor kiegyenlítettebb, a csoportokon belüli szórás értéke valamennyi mutató esetében alacsonyabb, mint a jelentős innovátoroknál. Ez utal arra is, hogy az átlag értékét ezen a csoporton belül egy-egy ország kimagasló értéke felfelé torzítja, mely azt eredményezi, hogy néhány területen átlagosan jobban teljesítenek, mint az innovációban élen járók. A külföldi doktoranduszok aránya Luxemburgban, a felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya Norvégiában, az IKT készségek fejlesztését célzó képzéseket kínáló vállalatok aránya Ausztriában, míg a tudásintenzív szektorokban foglalkoztatottak Izraelben magasabb, mint bármelyik technológiai vezető országban. Ez alapján nem húzódik éles határvonal a vizsgált területeken a vezető és követő innovátorok között, annál látványosabb azonban a mérsékelt innoválók és lemaradók alkotta imitátor csoport lemaradása. Az európai összetett innovációs mérőszám vizsgálata alapján megállapítható, hogy a humán erőforráshoz kapcsolódó mutatóstruktúra a korábbinál több oldalról veszi figyelembe a humán tényezőket az innovációs teljesítményben, mely révén az országok teljesítménye is jobban összehasonlítható.

Humán erőforráshoz köthető mutatók a globális innovációs indexben

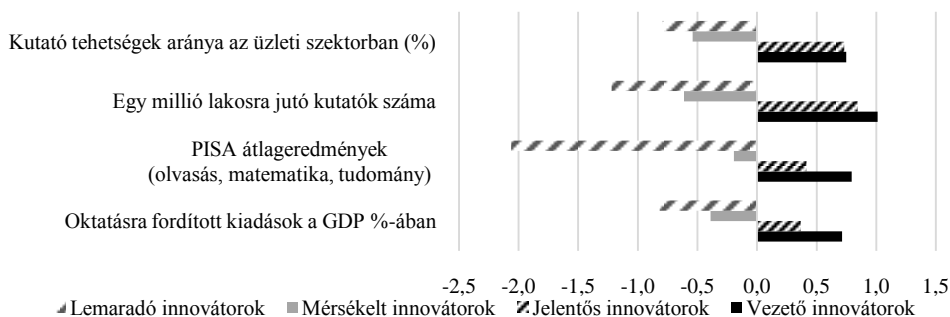
A CIS hátránya, hogy csak európai országokra terjed ki, az innovációs teljesítmény több országot átfogó mérésére a globális innovációs index (*Global Innovation Index, GII*) alkalmas.

A GII, az SII-hez hasonlóan, input és output oldalról közelíti az innovációt a 3. ábrán látható módon úgy, hogy az input oldalon 5, az output oldalon pedig 2 részterület köré csoportosítja a mutatókat, melyeket átlagolva megkapjuk az 'Innovation input' és 'Innovation output' alindexeket. Az index felépítésének előnye, hogy külön is átlagolható a bemeneti és kimeneti oldal, így nemcsak egy-egy részterületet, hanem az adottságok és eredmények tekintetében összevontan is lehet értékelni. A mérés tehát komplexebb, s az érintett országok köre is bővebb, mert 127 országra vonatkozóan állnak rendelkezésre adatok. A globális innovációs indexben összesen 82 mutató szerepel, melyből 53 az innováció feltételrendszerét számszerűsíti, 29 pedig az eredményességet próbálja megragadni.



3. ábra: A globális innovációs index felépítése és a mutatók részterületenkénti megoszlása
(The structure of Global Innovation Index and the distribution of indicators by subfields)
Forrás: Dutta – Lanvin – Wunsch-Vincent (2017:49–53) alapján saját összeállítás

A globális innovációs index több oldalról is lehetővé teszi a humán erőforrásbeli adottságok mérését. A GII input oldalának *Humán tőke és kutatás* pillérjében 12 mutató szerepel, melyek az oktatás különböző szintjein mérik az országok teljesítményét. Az alap- és középfokú, valamint a felsőoktatás és a K+F különválasztásával az imitáció és az innováció humán feltételrendszerének különbözőségeire is következtetünk, melyhez kapcsolódóan feltételezhető, hogy az innovátor országok előnye az oktatási rendszer magasabb szintjein jelentkezik. Az SII humán mérési területeihez képest a globális innovációs indexben megjelennek az *oktatási ráfordítások*, valamint a humán erőforrás minőségi jellemzőinek mérésére a *PISA eredmények*, továbbá a magasabb szintű tudás létrehozása szempontjából lényeges mutató, a *főállású kutatók* száma is. Az üzleti élet pillér „*Tudásmunkás*” mutatócsoportjában kapnak helyet azok a mutatók, melyek a foglalkoztatási sajátosságokat mérik, így a tudásintenzív ágazatban foglalkoztatottak, valamint a belső képzéseket nyújtó vállalatok aránya. Ebben a csoportban van egy érdekes mutató, az *üzleti szektorban alkalmazott kutató tehetségek aránya*, mely jelzésértékű lehet az oktató-kutató szféra és a vállalati szektor innovációra törekvő együttműködése szempontjából. A tudáshasznosításhoz input és output oldalon összesen 19 mutató kapcsolódik, melyek azonban már inkább az eredményességet mérik, s nem a feltételrendszert. A globális innovációs index négy, a humán erőforrásbeli sajátosságokat jól reprezentáló, de az SII-ben nem szereplő mutatóját emeltünk ki a 4. ábrán, ahol a különböző mértékegységben kifejezhető változók standardizált átlagos értékeinek alakulása látható az európai innovációs teljesítménycsoportokra vonatkozóan.



Megjegyzés: a vizsgált változók értékei standardizált skálán kerültek feltüntetésre.

4. ábra: Az európai országok globális innovációs indexben szereplő főbb humán erőforrás mérőszámainak teljesítménycsoportonkénti alakulása 2016-ban
(The evolution of the main human resources indicators in the global innovation index in European countries by performance groups in 2016)
Forrás: *GII* (2017) alapján saját szerkesztés

A 4. ábrán látható, hogy az összehasonlíthatóság miatt standardizált változók értékeiben éles különbség rajzolódik ki az innovációban élen járó, azaz vezető és jelentős innovátorok, valamint a követők, így a mérsékelt innováló és a lemaradók csoportja között. Ez már az SII mutatóinál is látható volt, ezúttal azonban a vizsgált mutatók esetében még nagyobb differencia mutatkozik meg az innovációs teljesítménycsoportok között. A sorrendiség minden mutató esetében egyforma, a legmagasabb értékkel a vezetők, majd a jelentős innovátorok rendelkeznek, míg az imitátorok között látványos a leszakadás a mérsékelt innoválók és lemaradók csoportja között. A GDP-arányos oktatási ráfordítások és a PISA eredmények tekintetében az országok vegyesebb képet mutatnak, mint az innovációs teljesítménycsoportok. Dánia a GDP 8,6%-át, Izland 7,8%-át fordítja oktatásra, míg Németország 4,9%-ot, Luxemburg pedig 4,1%-ot fordít oktatási célokra. Miközben a mérsékelt innoválók átlagosan 4,91%, a lemaradók 4,33%-ot költenek oktatásra GDP arányosan, addig Romániában 2,9%, Ukrajnában viszont 6% ez az érték. Az átlagos értékek tehát kevésbé tükrözik ezen a téren az országok innovációs teljesítménybeli különbségeit, ami azért is érdekes, mert legtöbbször az oktatási ráfordítások növelését szorgalmazzák a K+F ösztönzése érdekében. Ez a mutató azonban nem jellemzi a technológiai színvonal javulásában is megnyilvánuló hatékonyságát az oktatási rendszernek. A PISA átlageredmények vonatkozásában látványos lemaradás tapasztalható, míg a vezetők 506,43 pontot, addig a lemaradók mindössze 415,33 pontot értek el átlagosan az olvasás, matematika és természettudományos ismereteket számon kérő teszten. A 2. táblázat a globális innovációs index kiemelt humán részterületén mutatja az innovációs teljesítménycsoportok átlagos teljesítményét.

2. táblázat: A globális innovációs indexben szereplő, innovációhoz kötődő főbb humán erőforrás mérőszámok átlagos értékeinek teljesítménycsoportonkénti alakulása 2016-ban
(The average values of the human resource indicators related to the innovation of GII in European countries by performance groups in 2016)

Mutató megnevezése	Vezető innovátorok	Jelentős innovátorok	Mérsékelt innovátorok	Lemaradó innovátorok
Oktatásra fordított kiadások a GDP %-ában	6,41	5,94	4,91	4,33
PISA átlageredmények (olvasás, matematika, tudomány)	506,43	494,34	474,88	415,33
Egy millió lakosra jutó kutatók száma	5607,63	5280,79	2388,28	1187,25
Kutató tehetségek aránya az üzleti szektorban (%)	54,77	54,48	31,38	26,78

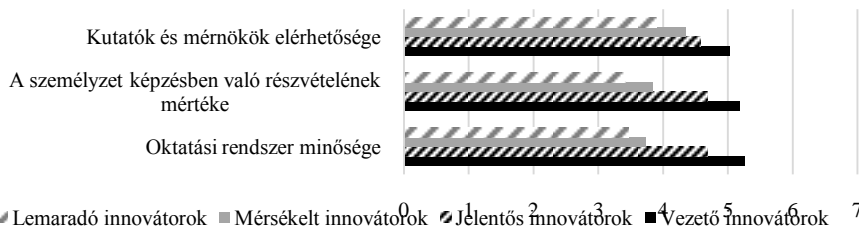
Forrás: *GII* (2017) alapján saját szerkesztés

A 2. táblázatban látható, hogy valamennyi mutató tekintetében kirajzolódik az összevont mérőszám alapján kialakult teljesítménysorrend, azonban a különbségek az eltérő számbavétel miatt kevésbé látványosak ahhoz képest, mint amit a standardizált változók a 4. ábrán mutatnak. Az egy millió lakosra jutó kutatók számában jelentős differencia rajzolódik ki már az élen járók és a követők között is, ugyanakkor a vezető innovátor országokban majdnem ötször annyi kutató jut egy millió lakosra, mint amennyi a lemaradó innovátor országokban. Az ötletek technológiai fejlődésben és növekedésben betöltött szerepéhez kapcsolódóan Jones (2005) empirikusan is alátámasztja, hogy azok az országok, melyekben több a kutató, s ily módon több a kutatás, több újdonság születik, melynek köszönhetően magasabb jövedelmet tudnak realizálni. A kutató tehetségek üzleti szektoron belüli aránya a vezető és jelentős innovátoroknál nagyon hasonló, és miközben ezekben az országokban az arányuk meghaladja az 50%-ot, addig a lemaradóknál ennek csak a fele, alig több, mint ¼ részt képviselnek. A kutatás jellege feltehetően eltér a technológiai fejlődés megvalósulási formájától függően, de ez a mutató jól jelzi, hogy a vállalati K+F intenzívabb az innovátoroknál.

Összességében megállapítható, hogy a globális innovációs index kiemelt humán erőforrás mutatói is jól tükrözik az innovációs teljesítménycsoportok közötti különbségeket, rávilágítva olyan területekre is, melyekre az európai innovációs mérőszám nem terjed ki. A két komplex mutató humán mérőszámai alapján megfogalmazható az a következtetés, hogy igazán éles különbség az innovátor és az imitátor országcsoportok között van, az élen járók és a lemaradók csoportján belül nehezebb a differenciálás, s míg az SII humán erőforrás mutatói nagyobb szórást mutatnak, a GII kiemelt indikátoraiban homogénebb sorrend rajzolódik ki.

A humán erőforrás kvalitatív mérőszámai a technológiai-intézményi környezet indexben

A Világgazdasági Fórum évente publikálja összehasonlításra és nemzetközi rangsor készítésére egyaránt alkalmas versenyképességi jelentéseit (*Global Competitiveness Report*). Csugány (2016) a technológiai fejlődés országspecifikus feltételrendszerének vizsgálatához 139 ország adatai alapján a globális versenyképességi index mutatóiból főkomponens-analízissel alkotott egy újszerű, a technológiai-intézményi környezetet jól reprezentáló indexet. Az indikátorban a humán erőforrás területéhez kapcsolódóan főként a minőségi tulajdonságokat számszerűsítő mutatók jelennek meg. A technológiai haladáshoz szükséges magasabb szintű tudás létrehozásának feltétele a jól képzett munkaerő, melyhez alapvető a jó oktatási rendszer. Ez teremti meg a kutatás-fejlesztési tevékenység humán infrastruktúráját, ennek megfelelően a főkomponens elemei között az oktatási rendszer minősége, valamint a tudósok és mérnökök elérhetősége is szerepel, ezáltal az oktatási rendszer hatékonysága és a kutató szektor humán erőforrás szükségletének elérhetősége válik mérhetővé. Ezeket a minőségi mutatókat a Világgazdasági Fórum vállalatvezetők válasza alapján állítja össze, melyet primer módon, kérdőíves adatgyűjtés formájában kapnak meg. Az indexből kiemelt humán erőforrás mutatók az innovációs teljesítménycsoportokban az 5. ábrán látható módon alakulnak.



5. ábra: Az európai országok kvalitatív humán erőforrás mérőszámainak teljesítménycsoportonkénti alakulása 2016-ban

(The evolution of qualitative human resource indicators in European countries by the performance groups in 2016)

Forrás: WEF (2017) alapján saját szerkesztés

A globális versenyképességi indexből kiemelt három mutató alapján is látszik, hogy az 1-től 7-ig terjedő skálán mérhető kvalitatív mutatók esetében nincs az a látványos különbség, mint a korábbi kvantitatív mutatóknál volt, mely indokolhatja a mennyiségi mutatók alkalmazását a technológiai fejlődés feltételrendszerének mérésénél. A hétfokozatú skálán mérhető indikátoroknál nehezebb a differenciálás, de az látható, hogy az élen járók előnye az oktatási rendszer minőségének tekintetében a legnagyobb, s a teljesítménybeli országcsoportok a kutatók és mérnökök elérhetősége tekintetében állnak a legközelebb egymáshoz. Az oktatási rendszer minősége és az oktatásra fordított kiadások mutatója egymást kiegészítve jellemezheti az oktatás hatékonyságát, a kvalitatív mérésnél jobban kirajzolódik az innovációban élen járók előnye. A primer adatgyűjtés során az oktatási rendszer minősége kapcsán azt a kérdést teszik fel, hogy *az Ön országában mennyire felel meg az oktatási rendszer a versenyképes gazdaság igényeinek*. A vezető innovátorokban az értékelés átlagosan 5,249, míg a lemaradókban mindössze 3,47. A munkahelyi tanulás fontosságát a munkavállalók képzésben való részvételének mértéke jelzi, melyet azon kérdés válaszai alapján ítélnék meg, hogy *az Ön országában a vállalatok mennyire fektetnek be képzésbe, illetve az alkalmazottak készségeinek fejlesztésébe*. E területen is hasonló a vezetők és lemaradók közötti távolság, 3,426 és 5,181 ingadoznak az értékek. Itt a képzéseket folytató vállalatok arányának mutatójával teremthető meg az összhang, s válik láthatóvá, hogy az innovátor országok erre a területre nagyobb hangsúlyt fektetnek. A vállalati belső képzések tartalma eltérő a jellemzően új technológiát fejlesztő és az új megoldást alkalmazó cégeknél, így az imitátoroknál a belső képzések inkább az egyszerűbb alkalmazásra, a betanított feladatok elvégzésére irányulnak, az innovátoroknál azonban a munkavállalói kompetenciafejlesztés szélesebb körére terjedhet ki. A hétfokozatú skálán a legszűkebb az ingadozási sáv a tudósok és mérnökök elérhetősége kapcsán alakult ki – *az Ön országában mennyire elérhetőek a tudósok és a mérnökök?* kérdésre válaszolva – az átlagos értékek 3,892 és 5,029 között helyezkednek el. Mindezek alapján láthatóvá válik, hogy a nehezebben mérhető minőségi tulajdonságok tekintetében is jelentkezik a vezető és követő innovátorok közötti különbség, csak kevésbé látványosan, mint a mennyiségi mutatók vonatkozásában.

Konklúzió

A gazdasági fejlődés hajtóerejének tekintett technológiai haladás elengedhetetlen feltétele a humán erőforrás, mely mind az új technológiák létrehozásához, mind a technológiák helyi körülményekhez való adaptálásához nélkülözhetetlen. A tanulmányban röviden áttekintettük, hogy az innováció, s a tágran értelmezhető technológiai fejlődés területén melyek a legfontosabb humán erőforráshoz köthető mutatók, s ezek értéke hogyan alakul az országok innovációs teljesítményétől függően. A humán erőforrásbeli ellátottság kvantitatív és kvalitatív mérőszámokkal egyaránt közelíthető, a gyakorlatban egyre több a minőségi tulajdonságokat számszerűsítő mutató, melyekkel kiegészítve a mennyiségi változókat lehetővé válik a humán erőforrás fejlesztés különböző területeinek átfogó megítélése. Feltételezzük, hogy az innovációban élen járó és a követő országokban a humán erőforrás nem feltétlenül ugyanazon tulajdonságai lehetnek fontosak. A technológiában megjelenő új tudás létrehozásához elengedhetetlen a magasan kvalifikált munkaerő, a kutatók és mérnökök aktivitása, míg a technológiák átvételénél a folyamatos tanulás és alkalmazkodás lehet fontosabb. Tanulmányunkban három komplex mutatót vizsgáltunk a humán erőforrás ellátottság mérhetőségének szempontjából, az európai összetett innovációs mérőszámot, a globális innovációs indexet és a technológiai-intézményi környezet indexét. A három mutatóstruktúra a technológiai fejlődéshez kapcsolódóan a humán erőforrás területét eltérő módon közelíti, a legátfogóbb mérésre a globális innovációs index alkalmas, a technológiai-intézményi környezet kvalitatív mérőszámai az európai összetett innovációs mérőszámait kiegészítve használhatók, megvilágítva ugyanazon terület minőségi és mennyiségi oldalát is.

A mérési módszerek különböznek, változatosak a mutatók, de közös vonásuk, hogy az innováció szempontjából az emberi erőforráshoz kapcsolódóan a tudás szerepét helyezik a közép-

pontba, így a tudás megszerzésének, átadásának és hasznosíthatóságának számszerűsítésére törekednek. Az oktatás hatékonysága, a vállalati képzések fontossága, a K+F személyi feltételrendszere az a három terület, mely a technológiai fejlődés megvalósulásában kulcsszerepet tölt be. Az SII négy innovációs teljesítménycsoportját összehasonlítva megállapítható, hogy az innovációban élen járó országokban valóban kimutatható a magasabb szintű tudás megszerzésére való törekvés, a tanuláshoz kapcsolódó valamennyi területen jobban teljesítenek, mely pozitívan hat innovációs tevékenységükre is. *Máté* (2015) elemzése is rámutat, hogy az alacsony képzettségű munkavállalókat a munkapiaci versenyen keresztül ösztönözni kell a tanulásra, mely a munkatermelékenység növekedésén keresztül pozitívan hat a fejlődésre. Az imitátor országokban a vizsgált mutatók értéke rendre alacsonyabb, néhány területen ugyan kevésbé látványos a lemaradás, de megfigyelhető, hogy valamennyi területen szükség van fejlesztésre ahhoz, hogy a technológiai színvonal javuljon. A mennyiségi mutatóknál nagyobb különbség rajzolódik ki, mint a szűkebb skálán mérhető minőségi tulajdonságoknál, ugyanakkor mindkét területen hasonló a tendencia, s ezért nemcsak a számszerű értékek emelésére, hanem a hatékonyság javítására is szükség van. Összességében megállapítható, hogy a kvantitatív és kvalitatív mérés együttesen szükséges ahhoz, hogy az imitáció-vezérelt növekedésről az innováció-vezérelt növekedésre való áttérés humán feltételrendszere meghatározható legyen.

Felhasznált irodalom

- ACEMOGLU, D. – AGHION, P. – ZILIBOTTI, F. (2006): Distance to frontier, Selection, and Economic growth. *Journal of the European Economic Association* 4(1) pp.37–74
- BARRO, R. J. – SALA-I-MARTIN, X. (1997): Technological Diffusion, Convergence, and Growth. *Journal of Economic Growth*, Vol. 2, 1. pp.1–26.
- BASU, S. – WEIL, D. N. (1998): Appropriate Technology and Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, 4. pp.1025 – 1054.
- CSUGÁNY JULIANNA (2016): A technológiai fejlődés kettőssége: az innováció- és imitáció-vezérelt gazdaságok intézményi sajátosságai. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Közgazdaságtudományi Doktori Iskola.
- DUTTA, S. – LANVIN, B. – WUNSCH-VINCENT, S. (2017): The Global Innovation Index 2017. *Innovation Feeding the World*. <https://www.globalinnovationindex.org/> Letöltve: 2017. november 11-én
- EUROSTAT (2017): European Innovation Scoreboard 2017. http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_en Letöltve: 2017. november 12-én
- HOLLANDERS, H. – ES-SADKI, N. – KANERVA, M. (2016): European Innovation Scoreboard 2016. URL: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6e1bc53d-de12-11e6-ad7c-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-31234102> Letöltve 2017. december 7-én
- HOLLANDERS, H. – ES-SADKI, N. (2017): European Innovation Scoreboard 2017. URL: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/24829/attachments/1/translations/en/renditions/native> Letöltve 2017. december 7-én
- JERZMANOWSKI, M. (2007): Total Factor Productivity Differences: Appropriate Technology vs. Efficiency. *European Economic Review*, Vol. 51, Issue 8, November. pp.2080 – 2110
- JONES, CH. I. (2001): Population and Ideas: A Theory of Endogenous Growth. Working Papers 97018, Stanford University, Department of Economics.
- JOVANOVIĆ, B. (1998): Vintage Capital and Inequality. *Review of Economic Dynamics*, (1), pp.497-530.
- KOZÁK A. (2016): A beilleszkedést segítő mentor megítélése – vizsgálati tapasztalatok a mentoráltak aspektusából. *Debreceni Szemle*, 2016/3, pp.261-271.

- KRUGMAN, P. (1979): A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income. *The Journal of Political Economy*, Vol. 87. 2. pp. 253–266.
- LUCAS, R. E. (1988): On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Economic Development*, Vol. 22:3 – 42.
- LUCAS, R. E. (1993): Making a Miracle. *Econometrica*, Vol. 61, 2. pp.251–273.
- MANKIW, G. N. – ROMER, D. – WEIL, D. N. (1992): A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107 (2), pp.407–437.
- MÁTÉ DOMICIÁN (2015): Impact of Human Capital On Productivity Growth in Different Labour-Skilled Branches. *Acta Oeconomica*, Vol. 65 (1) 51 – 67.
- NELSON, R. R. – PHELPS, E. S. (1966): Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth. *The American Economic Review*, Vol. 56 (1/2) pp.69 – 75.
- ROMER, P. M. (1994): The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8 (1), 3 – 22.
- SOLOW, R. M. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, 1. pp.65–94.
- SZUNYOGH ZSUZSANNA (2010): Az innováció mérésének módszertani kérdései. *Statisztikai Szemle*, 88, (5), pp. 492 – 507.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2016): Global Competitiveness Report 2016-2017. http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf Letöltve: 2017. december 7-én