

INNOVÁCIÓ A TUDÁSTÁRSADALOM IDEJÉN

INZELT ANNAMÁRIA^{a,*} – CSONKA LÁSZLÓ^b

^aDSc, alapító igazgató, IKU Innovációs Kutató Központ

^bPhD, tudományos főmunkatárs, Budapesti Gazdasági Egyetem

A tudástársadalomban a felsőoktatásnak is új kihívásoknak kell megfelelnie, hogy hatékonyan tudjon közreműködni az új tudományos ismeretek hasznosításában, az új technológiai, piaci, digitális képességek elsajátításában. A hagyományos schumpeteri innovációk mellett egyre több olyan új típusú innováció jelenik meg, mint a szabad hozzáférésű innovációk vagy a frugális innovációk. Ezek jellemzőit mutatja be a cikk¹ és az általuk támasztott felsőoktatási változás igényét. Továbbra is fontos a tudományos és technológiai kiválóság, de ezzel azonos jelentőségűvé válik a képzés struktúrájának, tartalmának és módszereinek megváltoztatása annak érdekében, hogy az oktatás a képességek, készségek és kompetenciák kialakítására koncentráljon. Emellett figyelmet kell fordítani olyan képességek és készségek kialakítására, mint a csapatmunka, a nemzetközi együttműködés, a transzdiszciplináris képességek, valamint a mentális kitartás és rugalmasság, a siker- és kudarckezelés. A 21. század technotudományai nélkülözhetlenné teszik a felelősségteljes kutatás és innováció gyakorlatát mind az oktatási folyamatban, mind pedig a diploma megszerzése után.

Kulcsszavak: tudástársadalom, szabad innováció, frugális innováció, felelősségteljes kutatás és innováció, DUI-innováció, termelési forradalom, globalizáció, oktatási innováció

Higher education has to respond to new challenges of the knowledge society in order to be able to efficiently contribute to the utilisation of new knowledge and to the acquisition of new technological, business and digital capabilities. During the past few years new types of innovation come to the front, such as the free innovations or frugal innovations beyond the traditional Schumpeterian innovations. This article reviews the characteristics of the new types of innovation and those challenges that they mean for the higher education. The scientific and technological excellence are still matters in higher education but it is now equally important to change the structure, content and methodologies of education for the development of capabilities, skills and competencies relevant for the knowledge society. Beside them it is necessary to devote attention to such capabilities and skills as team work, international collaboration, transdisci-

¹ A cikk megjelenését részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Programja és a Budapesti Gazdasági Egyetem között létrejött együttműködési megállapodás (20405-3/2018/FEKUTSTART) támogatta.

* Levelező szerző: Inzelt Annamária, Innovációs Kutató Központ, 1025 Budapest, Felhévizi út. 24.
E-mail: inzelt.annamaria@penzogykutato.hu

plinary as well as mental stamina, flexibility or dealing with success and failure. The technosciences of the 21st century makes responsible research and innovation essential both in the education and after the graduation.

Keywords: knowledge society, free innovation, frugal innovation, responsible research and innovation, DUI-mode innovation, fourth industrial revolution, globalisation, educational innovation

Az ezredforduló kihívásai

A társadalmi és gazdasági reagálás az utóbbi évtizedek jelentős változásaira, a jelenkor technológiai forradalmára, a digitalizációra, a globalizációra, a fenntartható fejlődés problémáira jelentős változásokat kíván számos területen, így az oktatásban és a kutatásban is. A versenykörnyezet a korábbiaknál erősebbé vált, és a politikai környezet bizonytalan és turbulens. Mind a kormányzatoknak, mind az iparnak és az oktatásnak is együtt kell élnie a változásokkal és alkalmazkodniuk kell hozzájuk. Az alkalmazkodási folyamat nagyobb kihívást jelent azon országok számára, amelyek ipara kevésbé innovatív, az egyetemeik teljesítménye, a kormányzatuk hatékonysága és a szereplők kooperációs képessége hátramaradott. Magyarország ebbe a csoportba tartozik, ez megnehezíti a paradigmaváltást a tudás transzferről a tudás közös előállítására.

A 21. században megjelenő, illetve megerősödő innovációtípusokkal és azok oktatási kihívásaival foglalkozik ez az írás.

Technológiai forradalom

A tudásalapú társadalom a digitalizáció és a jelenlegi *termelési forradalom* hatására átalakult tudástársadalommá. Ezt a termelési forradalmat többféleképp is nevezik: a technológiák következő generációja, a jövő termelési forradalma, a negyedik ipari forradalom, Ipar 4.0. (OECD 2017). Mi a következőkben a rövid Ipar 4.0 elnevezést használjuk.

Az Ipar 4.0-t, akárcsak a korábbi ipari forradalmakat, a technológiai fejlődés addig hagyományos folyamatát *megszakító változások* jellemzik, amelyeknek komoly következményei vannak a gazdaság és a társadalom egészére nézve. A folyamatban szereplők köre kibővül, és az együttműködések nemzetközi dimenziója egyre szélesebb körűvé válik. Ebben az időszakban a K+F-re épülő innovációk jellemzői is megváltoztak: a *transz- és multidiszciplináris, a gyakorlatorientáltság és a hálózati dominancia* váltak a fő karakterisztikáivá.

Például ilyen megszakító változások: a nagy adatállományokra épülő kvantumforradalom, amelynek kiaknázását segítik a szuperszámítógépek, a biotechnológia, a szintetikus biológia, a bioinformatika, a mesterséges intelligencia, a nanotechnológia, a mikro rendszer technika. Ezekre az új „technotudományokra” számos innováció épül, például a nanotechnológiára orvosi és egészségügyi alkalmazások, a biotechnológiában a géntudományon alapuló, genetikailag módosított gabonafélék. A neurotechnológiára, a robotizációra, a geoengineeringre stb. épülő innovációk új szektorok keletkezéséhez vezettek.

A technotudományoknak és az azokra épülő innovációknak fontos hatásuk van a felsőoktatásra is. A korábbiaknál szélesebb körben kívánják meg a tudományos, technológiai és piaci képességek elsajátítását. A régi tudományos ismeretekkel szemben jelentősen megnövekszik az új tudományos ismeretek fontossága, a digitális írástudás képessége. Az oktatásnak nemcsak a végzés utáni munkába bekerülést, az életpálya során a strukturális munkanélküliség elkerülését kell elősegítenie, hanem a robotizáció, a mesterséges intelligencia stb. széles körű elterjedése miatt megnövekvő szabad idő értelmes eltöltését is.

Globalizáció

A tudásgazdaság globalizációs folyamatában megfigyelhető, hogy nagymértékben fejlődnek a nemzeti innovációs rendszerek (NIS) közötti kapcsolatok, és globális innovációs rendszerek vannak felemelkedőben. Fontos annak megértése, milyenek ezek a globális innovációs rendszerek és milyen interakcióban vannak a nemzetiekkel (Archibugi–Lundvall 2002; Narula 2003; Archibugi–Filippetti 2015).

A nemzetköziesedés az innovációk keletkezésének és megvalósításának folyamatában együttműködést kíván az innovációs rendszer különböző szereplői között a globális politikához kapcsolódó olyan kérdésekben, mint például a tudomány és a technológia globális kormányzása és globális intézményei, a szellemi tulajdonjog.

Az innováció kulcsszereplői, a *multinacionális vállalatok* növekvő mértékben tevékenykednek globálisan. A technológiai változások és a globális verseny arra ösztönzi-kényszeríti a vállalatokat, hogy a tudás külső forrásait keressék a régióban, az országban és nemzetközileg.

A tudásgazdaságoknak az 1990-es évek elején elkezdődött globalizációja mind a vállalatok több országra kiterjedő termelési kapcsolatait, mind a felsőoktatási intézmények között már régóta létező nemzetközi kapcsolatokat érintették. A határokon átívelő együttműködés már nemcsak az egyes szférákban, a szektorokon belül (vállalkozás vállalkozással, egyetem egyetemmel és kormányzat kormányzattal) valósul meg, hanem a szférák egymással való együttműködésében is.

A globalizáció a *vállalkozások és az egyetemek kapcsolatára* is hatással van. Egy vállalat innovációs partnernek választhat külföldi egyetemet a hazai helyett, ha annak kedvezőbbek a kompetenciái, nagyobb az elérhető intellektuális kapacitása. Ugyanakkor egy hazai tudományos műhely partnerévé válhat egy multinacionális cégnek, akár van annak az országban vállalata, akár nincs. Nemcsak a világrangsorokban élenjáró egyetemek lehetnek a vállalatok nemzetközi partnerei, hanem az egy-egy területen jó tudással rendelkező egyetemek is. Ebben az értelemben a globalizáció nemzetköziesíti az ipar-egyetem kapcsolatokat azok minden pozitív és negatív hatásával együtt. A 21. században a hagyományossal szakító technológiájú vállalatok szisztematikusan alkalmaznak együttműködési szerződéseket, amelyek a növekvő komplexitású innovációs folyamat és annak transzdiszciplináris, transztechnológiai jellege miatt egyre nagyobb arányban K+F együttműködések.

Az oktatás minősége, a végzettek képességei és kompetenciái jelentősen befolyásolják, hogy egy-egy országnak, régiónak milyen a tudásigényes vállalkozások befektetőit vonzó képessége, továbbá a kibocsátott hallgatók előtt milyen munkaerőpiaci lehetőségek állnak nyitva. A technológiai forradalom és a globalizáció együttesen teszik fontossá, hogy az oktatási rendszer felkészítsen a csapatmunkára, kialakítsa a nemzetközi együttműködés képességét.

A hazai innovációs rendszer néhány mutató tükrében

A magyar innovációs rendszer teljesítménye az Európai Unió (EU) innovációösszegző kompozit mutatószáma alapján az EU átlag 67%-a körül stagnált az elmúlt években, s ezzel 2016-ban a 23. helyen szerepelt a 28 tagállam között (EC 2017a).

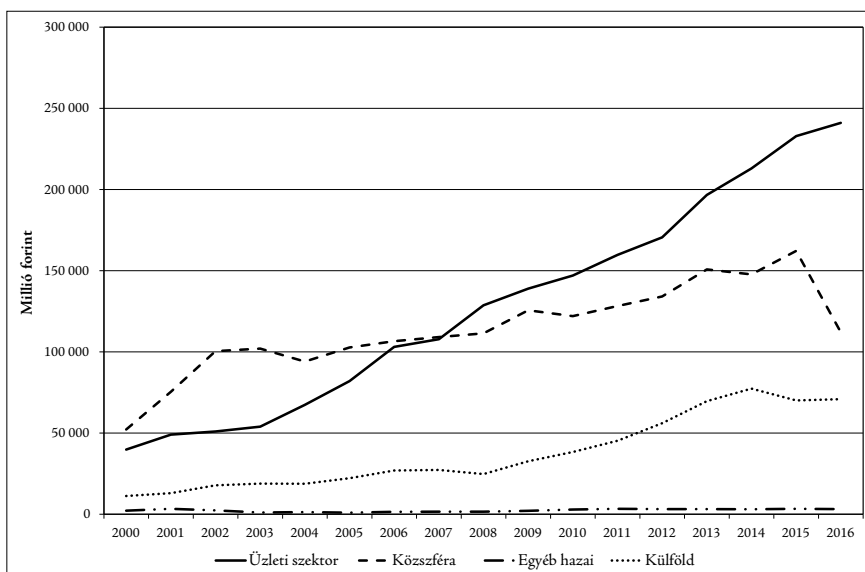
Az innovációk érdekében eszközölt ráfordítások közül jól mérhetőek a kutatási-fejlesztési ráfordítások és ezeknek a GDP-hez viszonyított aránya. Összességében ezek a ráfordítások 2004 és 2015 között, időnkénti megtorpanásokkal, dinamikusan nőttek és a 2004. évi 0,86%-ról 2015-re GDP 1,38%-ára emelkedtek, de ezt követően 1,22%-ára süllyedtek, elsősorban a kormányzati szektor ráfordításai csökkenésének következtében.

A növekedésben az üzleti szektor K+F ráfordítása nőtt a leggyorsabban és a GDP-hez mért részaránya 0,32%-ról (2004) megduplázódott, 2015-ben 0,68% volt. Az arány emelkedéséhez az a kevésbé örvendetes változás is hozzájárult, hogy a közszféra ráfordítása stagnált, illetve az utolsó időszakban csökkent. A külföldi források szerepe ugyanakkor növekedett, 2008 óta a GDP-hez mért részaránya 0,09%-ról 0,24%-ra emelkedett.

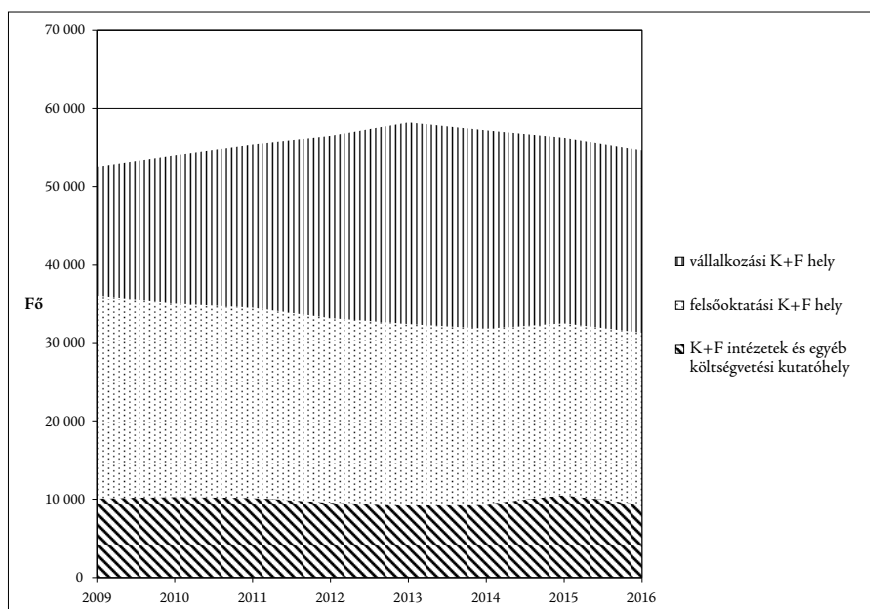
A magyar K+F ráfordítások továbbra is jelentősen elmaradnak az EU 2,03%-os átlagától (2016).

A közfinanszírozású szektor K+F ráfordítása GDP-hez mért arányának csökkenése jelentősen érintette a felsőoktatási szektort. 2011 és 2016 között a szektor részaránya visszaesett, a szektorban 2016-ban elköltött K+F ráfordítások nominális összege a 2011-es értékének csupán a 71%-a.

Mindezekkel egyidejűleg érdemes megemlíteni azt, hogy az OECD-tagországok körében a közfinanszírozás hozzájárulása az üzleti szektor K+F ráfordításaihoz Magyarországon az egyik legmagasabb (OECD 2015). Ugyanakkor a közszféra K+F finanszírozásában az üzleti szektor 2009 óta egyre csökkenő mértékben vesz részt, 2015-ben a GDP 0,03%-ával, s ezzel az EU-tagállamok rangsorának utolsó harmadában szerepel.



1. ábra: A K+F ráfordítások nagysága pénzügyi források szerint. (Forrás: KSH 2017)



2. ábra: A K+F helyek tényleges létszáma (fő). (Forrás: KSH 2017)

A felsőoktatás és az akadémiai intézetek közfinanszírozású K+F forrásainak alakulása, valamint az utóbbi évek e szférát érintő szervezeti átalakításai jelentősen hatottak a rendelkezésre álló K+F humán erőforrás alakulására: 2013 óta tart a teljes K+F létszám csökkenése. Ez a felsőoktatási kutatóhelyeken 4,9%-os visszaesést, a kutatók, fejlesztők számában stagnálást hozott 2013–2016 között (KSH 2017).

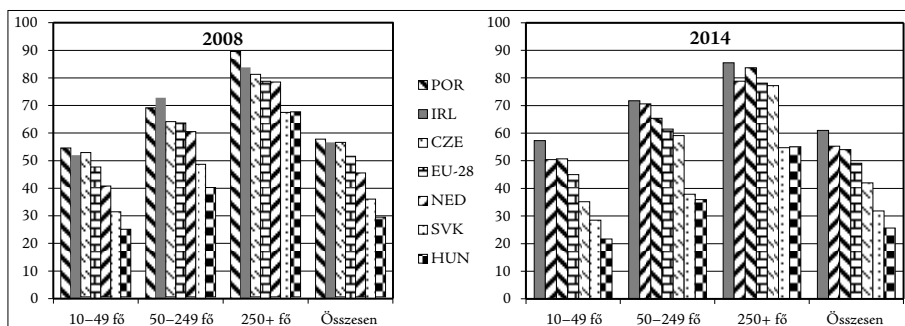
A kutatók, fejlesztők aktív népességén belüli 5,2%-os részaránya (2016) elmarad az EU átlagától (7%), így Magyarország a 23. helyen van. Ez azért is kedvezőtlen, mert 2004-ben Magyarország még alig maradt el az EU-átlagtól, és a tagországok rangsorában a 15. volt. A középmezőnyből tehát a sereghajtók közé került.²

A humán erőforrás utánpótlását tekintve az újonnan doktori végzettséget szerzők aránya a 25–34 éves korosztályban 0,6 volt 2015-ben, aminél mindössze 6 másik tagállam regisztrált alacsonyabb értéket.³

Azt, hogy a Magyarországon működő vállalkozások mennyire éhesek a kutatási-fejlesztési eredményekre épülő innovációkra, jelzi az, hogy milyen arányban vesznek részt a vállalkozások közül a felsőoktatással való együttműködésben. Európai összehasonlításban (2014-es adatok) a felsőoktatással együttműködő vállalatok aránya 12% volt, ezzel még épp jutott hely a középmezőnyben. Magyarország például megelőzi Írországot és Lengyelországot, ahol 10–11% az arány, de lemarad a holland és a dán felsőoktatási intézményekkel együttműködő vállalkozások mintegy 15%-os, a belgák 20%-os, vagy az osztrákok 23%-os aránya mögött. Ha azonban arra is figyelünk, hogy az egyes országokban az alkalmazott kutatásban és fejlesztésben jelentős szerep jut a felsőoktatáson kívüli köz- és magánkutatóintézeteknek, akkor a helyezésünk a vállalkozások e tudásbázisok-

² <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/country-analysis/Hungary/key-indicators>

³ Uo.



3. ábra: Néhány EU-tagállam innovatív vállalkozásainak aránya (2008–2014).

(Forrás: Eurostat online adatbázis)

kal való együttműködése alapján már kevésbé kedvező. Mindössze 4,5% az együttműködő vállalkozások aránya, s ezzel az EU 28 tagországa között 2014-ben Magyarország a 23. helyet foglalta el.

Az európai átlag alatti innovációs együttműködéseknek vélhetően fontos oka a hazai innovatív vállalkozások nemzetközi összehasonlításban alacsony aránya. Mind a kis, a közepes, mind a nagyvállalatok körében jelentősen elmarad az EU-átlagtól, és ez a távolság 2008-hoz képest 2014-re tovább nőtt. Még Szlovákia is megelőzi a magyar arányokat (3. ábra).

A 3. ábrából látható, hogy az innovatív vállalkozások arányát tekintve a legkisebb mértékű az elmaradás a nagyvállalatok körében, ahol az itt működő multinacionális vállalatok javítják az arányokat. Az üzleti szektor KFI-ráfordításainak nagyobb része, 56%-a kötődik külföldi tulajdonú vállalkozásokhoz, és további 21%-a a többségében külföldi tulajdonú vállalkozásokhoz. A külföldi vállalkozások a K+F helyek mindössze 12%-át tulajdonolják, ahol a kutatók, fejlesztők 54%-át alkalmazzák. Ez a néhány adat is jelzi, hogy a magyarországi vállalkozások kutatási és innovációs teljesítménye jelentősen függ az itt működő külföldi tulajdonú vállalkozások teljesítményétől, amelyek termelékenységben és egyéb gazdasági mutatóikban is jobban teljesítenek, mint a jellemzően hazai tulajdonú KKV-k (EC 2017a).

Az innováció fogalmának új hangsúlyai és oktatási hatásai

Az innovációkutatásoknak és az innovációpolitikáknak a kialakulásuk óta jellemzőjük, hogy figyelmük fókuszában a látható, a kutatási-fejlesztési tevékenységre épülő, elsősorban a feldolgozóiparban megvalósuló, a jelentős technikai haladást hordozó innovációkra koncentrálnak, és alig fordítanak figyelmet másfajta innovációs aktivitásra, innovációra. A jelenlegi mérési rendszer is ezt a szemléletet támasztja alá, mert nem szolgáltat információkat a más módon keletkező innovációkról.

Az elmúlt néhány évtized innovációs tevékenységgel foglalkozó kutatásai az innováció számos új területének a feltárását eredményezték. A 21. századi kihívások (Ipar 4.0, a globalizáció, a fenntarthatóság, a digitalizáció) és a tudásgazdaság által az egyének innovációs tevékenységének új lehetőségei részben hozzájárultak új típusú innovációk keletkezéséhez, részben pedig segítették a társadalmakban régóta meglévő, de a láthatósági küszöb alatt létező innovációtípusok felismerését. A hagyományosan feldolgozóipari innovációk

mellett megjelenőket, illetve felismerteket nevezzük nem hagyományos innovációknak. Ezeknek egy része besorolható a schumpeteri innovációk fogalmi keretébe, míg más része nem illeszthető be annak kereteibe.

Mindezek megkívánják az innováció fogalmának 21. századi újraértelmezését, a schumpeteri mellett, a nem schumpeteri innovációk vizsgálatát. E részben először az innovációk módjával, ezt követően a felelősségteljes innováció fogalmával, majd pedig a nem hagyományos innovációk némelyikével foglalkozunk.

A schumpeteri innovációk módja

A szakirodalom az *innovációk két módja* között tesz különbséget (Jensen és társai). Az egyik és gyakran kizárólagosnak tartott módot azok az innovációs stratégiák képviselik, amelyek a fő hangsúlyt a *kutatásra-fejlesztésre és a kodifikált tudás előállítására* helyezik. A K+F-re épülő innovációk szerinti módot nevezzük TT (angolul: STI) módnak.

A másik, a gyakorlati életben gyakran követett, ám a szakpolitikában kevesebb figyelmet kapott mód valaminek a *munkafolyamatán, a használatán és az interakción keresztüli tanuláson, megszerzett tudáson alapul*. Ezt az angol *Doing, Using Interacting* rövidítése alapján nevezik DUI módnak (Jensen et al. 2016). Általánosságban az innovációk TT módjának inkább a technológiai innovációkra van hatása, míg a DUI mód hatása erőteljesebb a nem technológiai innovációk (management, szervezeti, marketing innovációk) esetében. A kétféle mód nem zárja ki egymást, a vállalatok gyakran alkalmazzák e két stratégia keverékét. A K+F irányultságú vállalatok nagy többsége egyaránt vezet be radikális és kis lépésekben megvalósuló innovációkat, az utóbbiba beleértve az adaptációra, mérnöki visszafejlesztésre, másolásra épülő példákat is. A kétféle mód együttes létezésének és közös fejlődésének megértése hozzájárul annak felismeréséhez, hogy a kínálati oldali és a keresleti oldali tényezők együttesen és interakcióban alakítják az innovációk irányát, elterjedésének sebességét és arányát.⁴ Míg a vállalatok egy részénél a TT mód szerinti innovációknak marginális jelentőségük van, másoknál, amelyek TT mód szerinti innovációk intenzív alkalmazói, a sikerességük erősen függ attól is, hogy képesek-e a DUI mód szerinti innovációkra.⁵

A tapasztalatok szerint a két mód kombinált alkalmazásának nagyobb hatása van az innovációs (technológiai és nem technológiai) outputokra, mint külön-külön az egyik vagy másik módnak.

A két mód különbözik abban, hogy milyenek a vállalatok kapcsolatai a felsőoktatási intézményekkel. A TT mód esetén a hosszú távú K+F együttműködések jellemzőek, ami a célzott alapkutatót, az alkalmazott kutatót és a kísérleti fejlesztést is magában foglalja. A TT módot alkalmazó vállalatok kezdeményezői a K+F hálózatok kialakításának és együttműködésének, amelyekben az egyetemeknek fontos szerep jut. A DUI mód esetén, ha létrejön együttműködés, az fejlesztési jellegű, leggyakrabban a felsőoktatási intézmények műszaki karaival, illetve a technológiai intézetekkel. Általában ezek a vállalatok nem kezdeményezői a K+F hálózatoknak, de gyakran bekapcsolódnak azokba.

⁴ Annak megértésében is jelentős szerepe van, hogy az innováció modellje nem lineáris, hanem lánckapcsolatokra és visszacsatolásokra épül (Rothwell 1994; Kline–Rosenberg 1986).

⁵ Egy viszonylag új hipotézis szerint a vállalatok *interakciós módja* jelentősen befolyásolja az innovációs tevékenységük hatékonyságát.

A TT mód az oktatástól az Ipar 4.0, a digitalizáció és fenntartható fejlődés érdekében számos változást követel meg. Fontos a képzés struktúrájának, tartalmának és módszereinek változása, annak érdekében, hogy az oktatás a képességek, készségek és kompetenciák kialakítására koncentráljon, figyelmet fordítva a csapatmunka, a nemzetközi együttműködés, a transzdiszciplináris képességek, valamint a mentális kitartás és rugalmasság, a siker- és kudarckezelés képességének és készségének kialakítására.⁶

A DUI mód szerinti innovációk megvalósítása szempontjából is fontos az állandó változásra, váltásra, innovatív gondolkodásra való képesség kialakítása az oktatás valamennyi szintjén, így a szakképzésben is. Ezáltal elérhető az, hogy a humán erőforrás ne akadályozza az innovációk sikeres bevezetését, és minél többen váljanak maguk is innovátorrá. Az oktatás egyik válasza e kihívásra a duális képzések fejlesztése, amelynek a más képzési formákhoz hasonlóan kompetenciafejlesztéssel kell járnia.

A felelősségteljes innováció

„Az innováció a változásról szól, ami a különböző mértékű *újdonosságokban* megjelenik. Az újdonosságok spektruma a kismértékben történő javítástól, tökéletesítéstől a radikális, az egész világ számára újat jelentőig terjed.” (Bessant 2013: 1.) Az innováció „akkor valósul meg, amikor a találmány vagy új ötlet hasznosítása megtörténik. A hasznosítás nem feltétlenül kereskedelmi, a kormányzati, a nonprofit szférában is végbemehet.” (Swann 2014: 213.)

Az Oslo Kézikönyv, amely az innovációs tevékenység mérhetőségével foglalkozik, a következőképp definiálja az innovációt: új vagy jelentősen továbbfejlesztett termék bevezetése. Az új termék lehet fizikailag érzékelhető (kézzelfogható) jószág, valamint azazal kapcsolatos információ vagy szolgáltatás (vagy ezek valamilyen kombinációja). Továbbá lehet egy működési folyamat, így a termelés, a forgalmazás, illetve a logisztika, az IKT-szolgáltatások, az adminisztráció, a menedzsment, a marketing, az értékesítés és az értékesítés utáni szolgáltatás, termelési- és üzletifolyamat-innováció stb. (OECD 2005.)

A *termékinnováció* akkor valósul meg, amikor a terméket már bevezették a piacra, míg az *üzletifolyamat-innováció* akkor valósul meg, amikor a *tényleges használata* a társaság működésében megtörténik. (Részletesen l. Oslo Kézikönyv, OECD és Eurostat, 4. kiadás, 3. fejezet, előkészületben.)

Ez a definíció jól foglalja magában a már mérhető innovációkat, és kaput nyit a nem hagyományos innovációk méréséhez is a definícióban a „piaci bevezetést” felváltó „tényleges használata” kifejezés.

A módosított definíció azt a problémát nem oldja meg, hogy a 20. század utolsó évtizedétől kezdve az új, technotudományok eredményezte áttörésre épülve jó néhány, a technológiai változások folyamatosságát megszakító, radikális innováció született, amelyek a korábbiakhoz képest megnövelték a felelősség kérdésének jelentőségét. Ez pedig elvezetett a *felelősségteljes kutatás és innováció* fogalmának megjelenéséhez.

„A felelősségteljes innovációt meg kell különböztetni a jelző nélküli innovációtól, mivel nem minden innováció jelent jó dolgokat.” (Bessant 2013; van den Hoven 2013.) Az

⁶ Számos hazai oktatáskutató leírta mindezeknek az oktatási rendszer versenyképességében, az egyének életpályára való felkészítésében való fontosságát, részletezve a kialakítandó kompetenciákat. Terjedelmi korlátok miatt kénytelenek vagyunk eltekinteni a hivatkozásuktól.

innovációknak a pozitív hasznukon túlmenően lehetnek negatív következményei akár a bevezetési, akár a későbbi szakaszban. (Lásd például contergan vagy thalidomide gyógyszer.) A 21. században komoly felelősségi problémákat vet fel a robotok alkalmazása, a mesterséges intelligencia használata, a biotechnológia stb.

Jelenlegi definíciója szerint a „felelősségteljes kutatás és innováció átlátható és interaktív folyamat, amelyben a társadalmi szereplők és az innovátorok kölcsönös felelősséget vállalnak az innovációs folyamat és eredményei etikai elfogadhatósága, fenntarthatósága és társadalmi kívánatossága iránt (annak érdekében, hogy a tudományos és technikai fejlődés beépülhessen a társadalomba).” (von Schomberg 2013; magyarul Búzás–Lukovics 2015.)⁷

A felelősség különbözik a szereplők szerint. Mivel az innováció egyre inkább kollektív folyamat, így kollektív felelősséget kíván.

Az állam például felelős azért, hogy

- „a KFI-tevékenység reflektáljon az emberiség előtt álló nagy kihívásokra
- a KFI-felelősség kellő mértékben jelen legyen a kormányzati KFI-finanszírozások fókuszában
- a termelésengedélyezési folyamatok és a termékfelelősségi törvény biztosítsa a piacon működők felelősségét azért, hogy a technológia pozitív hatásával lehessen számolni.” (von Schomberg 2013: 54.)

A vállalatok felelősséggel tartoznak a saját dolgozóikért a szervezet szintjén, valamint szélesebb körben, az innovációs rendszer más szereplőivel való kapcsolataikon keresztül, az ország, sőt a nemzetközi közösség szintjén várható hatásokért is (Inzelt–Csonka 2017).

A 21. századnak tehát a felelősségteljes innováció fogalma felel meg. A felelősség nemcsak a radikális, hanem a fokozatos változást jelentő innovációk esetében is fontos.

Az oktatásnak fontos feladata, hogy elsajátíttassa a felelősségteljes kutatás és innováció követelményeinek megfelelő gondolkodást és aszerinti gyakorlatot folytasson. Annak érdekében, hogy a végzett hallgatók elsajátítsák ezt a szemléletmódot, alapvető fontosságú, hogy a koncepció hangsúlyos módon jelenjen meg az intézmények stratégiai dokumentumaiban.

Nem hagyományos innovációk

A nem hagyományos innovációk körében két nagy csoportot különböztethetünk meg: a schumpeteri és a nem schumpeteri innovációkat. Az előzőekben leírt innovációdefiníciók a schumpeteri (neo-schumpeteri) körbe tartoznak.

Schumpeteri nem hagyományos innovációk

A schumpeteri innováció fogalmának megfelelően azok a korábban kevés figyelmet kapott innovációk, amelyek a feldolgozóiparon kívüli, a más tevékenységi/ágazati területeken valósulnak meg. A 20. század végén, a 21. század elején lassan észlelt lett, és a már mérték közé került számos, a feldolgozóiparon kívüli innováció, valamint a feldolgozóiparban és másutt is terjedő nem technológiai innováció. A nem technológiai innovációk közé tartoznak a már említett marketing, a szervezeti, az üzleti modell stb. innovációk, amelyeknek jelentős a szerepe a bármely szektorba tartozó vállalkozások sikerében akár önállóan, akár a technológiai innovációkat támogatva.

⁷ Kapcsolódó, de eltérő fogalmak: vállalati felelősség, a vállalat társadalmi felelőssége.

A feldolgozóiparon kívül részben a digitalizáció alkalmazásának, részben más fejlődési tendenciáknak köszönhetően számos innováció jelent meg és terjedt el viszonylag rövid idő alatt. Ilyenek például a pénzügyi innovációk (bankkártya, SMS értesítés a fizetésről, bitcoin, SMS alapú átutalás), az egészségügyi innovációk (a gyógyszeripari innovációk mellett a berendezés, műszer, gyógyászati eljárás, gyógyászati segédeszköz, egészségügy szervezése), a közigazgatási innovációk (e-kormányzás, szervezeti) az oktatási innovációk, a társadalmi innovációk, a szociális innovációk, a szabadidős tevékenységgel, sporttal összefüggők.⁸

A schumpeteri kereteken kívüli innovációk

A nem hagyományos innovációk egy része a 20. század végének terméke, míg mások, például a népi innovációk régóta ismertek, bizonyos fajta kreatív képességek meglétének jelzői. Az elterjedésük szűk körű, viszonylag kis földrajzi térben élő falvakban, törzseknel azonosíthatóak. Ezekkel nem foglalkozunk.

A hagyományostól eltérő innovációtípusok közül a továbbiakban kettővel kívánunk foglalkozni, amelyek terjedése jól köthető a 21. században megfigyelhető változásokhoz.⁹ Az egyik csoportot a szabad hozzáférésű innovációk képviselik, míg a másikat a frugális innovációk.

Szabad hozzáférésű innovációk

Ezen innovációk jellemzője az, hogy a tevékenység *nem profitorientált*, és a termék *nem jelenik meg a piacon*, széles körű elterjedése piaci bevezetés nélkül valósul meg. A tudás transzfer, az innováció elterjedése a költség nélküli megosztáson, az együttműködésen alapul. A szabad hozzáférésű innovációk gyakran az interneten keresztül terjednek el.

A szabad hozzáférésű innovációtól eltér a schumpeteri, amely számára fontos a profit, a jövedelemhez jutás a tranzakció során és ennek érdekében a szabadalmaztatás.

A szabad hozzáférésű innovációknak két csoportja van:

1. szabad felhasználású,
2. szabad jóságg innovációk.

A két csoport a kifejlesztői szerint különbözik. A *szabad felhasználású* innovációk funkcionálisan új termékek, szolgáltatások, vagy eljárások, amelyeket leggyakrabban a felhasználók fejlesztettek ki a saját költségükön előre meg nem határozott idő alatt, és a fejlesztői nem szabadalmaztatták, ezeket tehát potenciálisan bárki ingyenesen felhasználhatja.¹⁰ A szabad felhasználású innovációk fejlesztése és terjedése során a tranzakciót nem kompenzálják. Erre a típusra a legjobb példát a szoftverek fejlesztése szolgáltatja (ilyen például a Linux, a Firefox, a Mozilla, a Thunderbird, az Ubuntu, a Youtube, a Java).

A *szabad jóságg* innovációk a leggyakrabban a háztartási szektorban születnek. A születő szabad jóságg innovációk megjelenése összefügg azzal, hogy a tudásgazdaság sokkal több lehetőséget teremt az egyének számára az innovációs aktivitásban, mint a megelőző évtizedek tömegtermelésének korszaka.

⁸ Az oktatási innovációkkal e számban több cikk is részletesen foglalkozik, valamint az *Educatio* korábbi számaiban is jó néhány írás található a témában.

⁹ Nem foglalkozunk például a komoly mérnöki tudást igénylő, visszafejlesztő innovációval.

¹⁰ A fejlesztők között lehetnek a termelők is, akik valamely termékükhöz kapcsolódóan fejlesztik ki innovációjukat.

A szabad jószág innováció ingyenes, fő célja a saját probléma megoldása, az innováció személyes használata (önjutalmazás), a fejlesztés megtanulása, az élvezet, az altruizmus jó érzése. Szabad jószág innovációra példa a Nightscout, „csináld magad” egészségügyi monitor. Egy apa 8 éves, cukorbeteg gyermeke vércukorszintjének állandó mérésére kezdte kifejleszteni az elérhető informatikai eszközök felhasználásával. Az eredményeit közzétette az interneten. Ezt megismerve egy másik, hasonló problémával küzdő apa bekapcsolódott a továbbfejlesztésbe, és a gyerekek éjszakai alvását nem zavaró, a vércukorszintet folyamatosan figyelő eszközt hoztak létre, amelyik a gyerekre veszélyt jelentő szintet a szülő okos óráján azonnal jelzi. Az újabb közzétételt követően létrejött egy Facebook-csoport, és több ezer felhasználója lett a fejlesztésnek, így terjedt el a házilag előállítható vércukorszintmérő innovációja (*Nightscout project 2016*).

A schumpeteri és a nem schumpeteri innovációs paradigma lényegesen különbözik egymástól, ugyanakkor interakció van közöttük (*Hippel 2016*). Felhasználása során a szabad hozzáférésű innováció beépülhet, részévé válhat olyan innovációknak, amelyek előállítására profitorientált, ebben az esetben kikerül ebből a körből és schumpeteri innovációvá válik, ami már tulajdonjogi kérdéseket is felvet.

A szabad hozzáférésű innovációk szempontjából fontos az óvodától kezdve kreativitásra nevelő oktatási rendszer. Ugyanakkor fontosak az oktatás formájának innovációi, mint például a MOOC-kurzusok, az e-learning térnyerése, amelyek az intézményeken kívül hozzá tudnak járulni a formális oktatáson kívüli társadalmi rétegek tudásának bővítéséhez.

Mértékletes (frugális) innováció

A frugális (szerény, takarékos, beosztó) innováció olyan termék, szolgáltatás, vagy megoldás, ami a különböző források – pénzügyi, humán, technológiai stb. – korlátozott volta ellenére megvalósul, és a végeredmény kevésbé költséges, mint a versengő ajánlatok (ha azok léteznek), és találkozik azoknak a vevőknek a szükségleteivel, akik egyébként kielégítetlenek maradnának (*Simula–Hossain–Halme 2015*). Ez a definíció elég tág ahhoz, hogy lefedje a frugális innovációk valamennyi, a fejlődő és a fejlett világban létező piaci szegmensét.

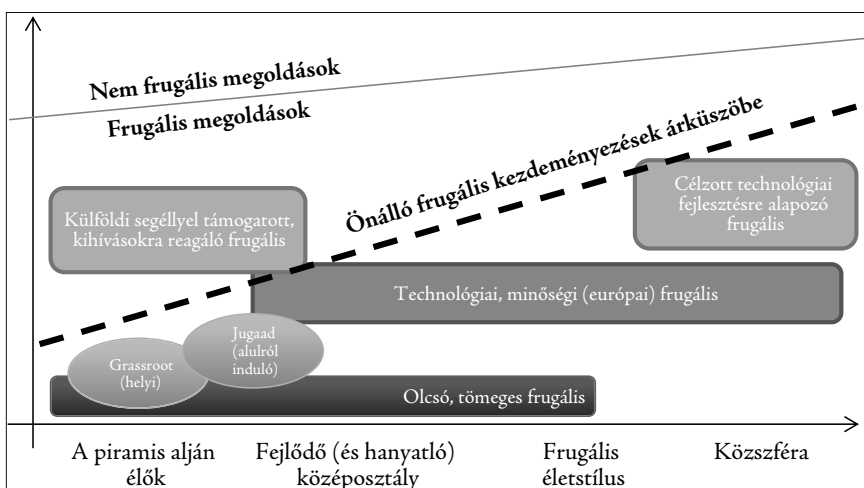
A frugális innováció, amely szintén lehet termék és/vagy üzleti innováció, kiegészítője a hagyományos innovációnak. A hagyományos innovációtól eltérő a szemlélete, mivel a források ritkaságát egy újabb lehetőségként látja.

A frugális innováció jellemzője, hogy társadalmilag kívánatos módon hoz létre értéket, és hozzájárul a fenntartható fejlődési célok teljesítéséhez. Általában olcsóbb, mint a hagyományos alternatívák, és az innovátorok jobban megértik a lokális összefüggéseket, mint mások.

A frugális innováció definiálásának nehézsége az, hogy ernyő fogalomként a tevékenységek széles spektrumát foglalja magában kezdve az „alulról szerveződő, a piramis alján létező emberekre figyelő innovációktól” a nagy multinacionális vállalatok tevékenységéig.¹¹ A sokféle frugális innovációtípust érdemes vásárlói csoportok szerint rendezni. Ezt mutatja be a 4. ábra.

A piramis alján élő rétegek igényeinek kielégítésére hivatott frugális innovációk jelentőségét nem csökkenti, hogy ebben a szegmensben keresett, olcsó, tömeges frugális inno-

¹¹ A piramis alján élőkre koncentrálnó innovációkat a szakirodalomban gyakran nevezik *jugaad* innovációnak, alacsony költségű innovációnak (*Radjou–Prabhu–Abuja 2012; Zeschky–Winterhalter–Gassmann 2014*).



4. ábra: A frugális innovációk főbb típusai vásárlói csoportok szerint. (Forrás: NESTA – Global Innovation Foundation és Fraunhofer-Gesellschaft – Institute for Systems and Innovation Research)

vációk gyártói körében nem lehetnek versenyképesek az európai vállalatok. (Például az indiai, áramfogyasztás nélkül működő, agyag hűtőszekrény gyártásában.)

Ha azt keressük, hogy hol van az *európai vállalkozások helye a frugális innovációk palettáján*, akkor megállapíthatjuk, hogy Európa olyan frugális innovációkkal lehet versenyképes, amelyek célja, hogy kiszolgálja a fejlődő országok felemelkedő középosztályának új igényekkel, ám erősen korlátozott forrásokkal rendelkező vásárlói körét, valamint a fejlett országok alacsony jövedelmű és lassú jövedelemnövekedésű rétegeit a számukra anyagilag megengedhető, elegendően jó minőségű, és sallangoktól mentes struktúrájú termékekkel (Hyvärinen–Keskinen–Varis 2016). Az európai vállalatok a technológiai alapú, jó minőségű frugális innovációk körében lehetnek versenyképesek. Számukra a frugális innováció egy olyan átütő (verseny) stratégia, amelyik képessé teszi a vállalatokat arra, hogy magas minőségű termékeket fejlesszenek ki és több üzleti és társadalmi értéket állítsanak elő, minimalizálva olyan fontos forrásokat, mint az energia, a tőke és az idő (Zeschky–Winterhalter–Gassmann 2014). E stratégia megvalósításában nagy jelentősége van a mérnöki fejlesztő munkának. Ezek a frugális innovációk általában új megoldásokat jelentenek mind a piac, mind a technológia szempontjából.

Amint a 4. ábrán látható, a technológiai alapú, jó minőségű frugális innovációk csoportjába tartozó dolgok piaciak lehetnek akár a szegény fejlődő országok, ha a frugális innovációk megvalósítását és megvásárlását alapítványi források, nemzetközi intézmények támogatják. (Erre példa a hajnali párából vizet előállító Warka víztorony, a lapjával csomagolható, gyorsan felállítható szükségsszállás.)

A másik csoportba az említett középosztályi rétegeket, valamint a frugális életstílusúakat megcélzó, technológiai fejlesztésre alapozó, magas minőségű frugális innovációk tartoznak, amelyek akár lehetnek csúcstechnika-közeliek is. Ilyenek például az emberiség fenntartható fejlődésével összefüggő, a fejlett országokban is meglévő keresletet megcélzó találmányokra épülő, ipari biotechnológia felhasználásával megvalósuló víztisztítás, amelynek segítségével sokféle víztermék állítható elő. A technológiailag versenyképes

multinacionális cégek frugális innovációira példa a Renault/Dacia Logan, amely az orosz és KKE-i középréteg fizetőképességének határait figyelembe vevő igényre épült, négyéves fejlesztő munka eredményeként előállított, árban a Ladával versenyképes, de korszerűbb autó. Ehhez hasonló az indiai feltörekvő középosztály keresletét megcélzó Tata-Nano, amelynek kifejlesztésével és piaci bevezetésével az volt a cél, hogy a potenciális vevők motorbicikliről autóra váltsanak, tehát az olcsóság mércéje a motorbicikli volt.

A hosszú ideje sikeres vállalatoknak is meg kell változtatniuk a gondolkodásukat, annak érdekében, hogy frugálisan innovatívak legyenek, ebben a mérnöki munka változása kulcskérdés. A sikeres technológiai alapú innováció „európai jellemzőkkel” a képességek jóval szélesebb körét kívánja meg, mint a technológiai kiválóság teljesítése. A frugális innovációt nem feltétlenül a kiváló, hanem azok a szereplők valósíthatják meg, akik a kapacitások szélesebb körével rendelkeznek, mint a hagyományos, technológiafejlesztő vállalatok (EC 2017b: 9).

A frugális innovációknak mindezek a jellemzői komoly kihívást jelentenek az oktatási rendszer számára a jövő nemzedék frugális szemléletének kialakításában. Ez is hozzájárul a fenntarthatóság elvének megfelelő szemléletformáláshoz az egyetemi oktatásban.

Tanulságok az innovációpolitika számára

Az innovációpolitika formálásában és menedzselésében közös a felelőssége az oktatásért, a tudományért, a gazdasági ügyekért, a pénzügyekért stb. felelős kormányzati szervezeteknek.

A 21. századi tudásalapú gazdaság *oktatása* számára komoly kihívást jelent a globalizáció, a digitalizáció és a többféle névvel is illetett 4-ik ipari forradalom. A versenyképes, innovatív társadalom érdekében az oktatás valamennyi szintjének, így a felsőoktatásnak is a legfontosabb feladata a képességek, készségek és kompetenciák kialakítása.

A technotudományok hatására új szakmák jelennek meg és régiéek szűnnek meg. Ez megkívánja a képzés struktúrájának, tartalmának, módszerének az átalakítását. A kompetenciafejlesztéssel járó, nem egyetlen szakmába beszorító duális képzés is az eszközök egyike. A magasan kvalifikált munkaerőképzésében is fontosak az *ipar–egyetem kapcsolatok*. Az új specializációk, valamint új tantárgyak vállalatokkal közös bevezetése és a régiéek egy részének kivezetése is segítheti az oktatási struktúra és a tartalom megújítását.

A transzdiszciplináris ismeretek elősegítik az együttműködések az új tudás létrehozásában, nagy jelentőségű innovációk megvalósításában. Az oktatás valamennyi szintjére hatással van a DUI mód jelentőségének felismerése. A DUI mód olyan készségek és képességek kialakítását kívánja meg, amelyek elősegítik azt, hogy a munkások és a mérnökök ne legyenek akadályozó tényezők az innovációk sikeres bevezetésének, és azt is lehetővé teszik, hogy innovátorokként fontos szerepet játsszanak.

Egy-egy országban a háztartási szektor modern innovációinak megjelenése azon is múlik, hogy az oktatási rendszer mennyire képes a kreativitásra nevelni.

Az oktatásnak az is feladata, hogy a jövő nemzedéket felelősségteljes kutatási és innovációs magatartásra nevelje, valamint kialakítsa a diákok frugális szemléletét fogyasztóként és innovátorként egyaránt.

Fontos dilemmája az oktatáspolitikának, hogy a *tudásgazdaság (idején) korában az innovációkhoz szükséges képességek kialakításában* a rövid- és középtávú vállalati igényre rea-

gáljon, vagy olyan képességek, készségek és kompetenciák kialakítása legyen a célja, amelyek elősegítik a középtávon túl is, a ma még egyáltalán nem látható munkaerőigények kielégítését, az egyéneknek a változásokhoz való rugalmas alkalmazkodását, boldogulásukat az életpályájuk során. Az ilyen oktatási rendszer erősíti az oktatási intézmények nemzetközi versenyképességét és kedvezően befolyásolja a gazdaság innovációs képességének alakulását, a jövőbeli, ma még nem látható munkaerőigényének kielégíthetőségét is. Az utóbbi az előfeltétele annak, hogy a mindenkori modern technológiát képviselő ágazatok és vállalatok jelen legyenek az országban.

Nemcsak Magyarország néz szembe ezekkel a problémákkal, de az ezekre a kihívásokra való reagálásban jó néhány ország már jóval előbbre tart. Magyarország nemzetközi gazdasági versenyképességének javítása nem képzelhető el az oktatásban megvalósított fontos változások nélkül. Kérdés, hogy a politikaformálók mindezek megvalósítása érdekében mennyire tudnak együttműködni az oktatáskutatókkal, az oktatásban dolgozókkal (és tanulókkal), a kutatás-fejlesztés és az innováció szakembereivel, valamint a jövőorientált vállalkozásokkal.

IRODALOM

- ARCHIBUGI, D. & FILIPPETTI, A. (eds 2015) *The Handbook of Global Science, Technology and Innovation*. John Wiley & Sons, Ltd.
- ARCHIBUGI, D. & LUNDVALL, B.-Å. (eds 2002) *The Globalizing Learning Economy*. Oxford, Oxford University Press.
- BESSANT, J. (2013) Innovation in the Twenty-first Century. In: OWEN, R., BESSANT, J. & HEINTZ, M. (eds) *Responsible Innovation. Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society*. Chichester, John Wiley & Sons. pp. 1–25.
- BUZÁS N. & LUKOVICS M. (2015) A felelősségteljes innovációról. *Közgazdasági Szemle*, Vol. LXII. No. 4. pp. 438–456.
- EC (2017a) *European Innovation Scoreboard*. http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_hu [Letöltve: 2017. 08. 24.]
- EC (2017b) *Study on Frugal Innovation and Reengineering of Traditional Techniques*. Written by FhG-ISI and NESTA. Brussels.
- HIPPEL, VON E. (2016) *Free Innovation*. Cambridge (MA), MIT Press, Creative Common.
- HYVÄRINEN, A., KESKINEN, M. & VARIS, O. (2016) Potential and Pitfalls of Frugal Innovation in the Water Sector: Insights from Tanzania to Global Value Chains. *Sustainability*, 8. MDPI AG. www.mdpi.com/journal/sustainability [Letöltve: 2017. 06. 08.]
- INZELT, A. & CSONKA, L. (2017) The Approach of the Business Sector to Responsible Research and Innovation (RRI). *Foresight and STI Governance*, Vol. 11. No. 4. pp. 63–73.
- JENSEN, M. B., JOHNSON, B., LORENZ, E. & LUNDVALL, B.-Å. (2016) STI and DUI Innovation Modes: Scientific-Technological and Context-specific Nuances. *Research Policy*, Vol. 45. No. 4. (May) pp. 747–756.
- KLINE, S. & ROSENBERG, N. (1986) An Overview of Innovation. In: LANDAU, R. & ROSENBERG, N. (eds) *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington (DC), National Academy Press.
- KSH (2017) *Kutatás-fejlesztés, 2016*. Budapest, KSH.
- NARULA, R. (2003) *Globalization and Technology: Interdependence, Innovation Systems and Industrial Policy*. John Wiley & Sons. (Reprinted: 2015.)

- Nightsocut project (2016) *Nightscout*. www.nightscout.info [Letöltve: 2018. 01. 16.]
- OECD (2005) *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. 3rd Edition, Paris.
- OECD (2015) *Direct Government Funding of Business R&D and Tax Incentives for R&D*, 2013. *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015*. Paris, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/888933274317>
- OECD (2017) *The Next Production Revolution: Implication for Governments and Business*. Paris, OECD Publishing. <http://dx.org/10.1787/9789264271036-en>
- RADJOU, N., PRABHU, J. & AHUJA, S. (2012) *Jugaad Innovation*. US, Jossey-Bass.
- ROTHWELL, R. (1994) Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review*, Vol. 11. No. 1. pp. 7–31.
- SIMULA, H., HOSSAIN, M. & HALME, M. (2015) Frugal and Reverse Innovations – Quo Vadis? *Current Science*, Vol. 109. No. 5. pp. 1–6.
- SWANN, P. (2014) *Common Innovation: How We Create the Wealth of Nations*. Cheltenham, Edward Elgar.
- VAN DEN HOVEN, J. (2013) Value Sensitive Design and Responsible Innovation. In: OWEN, R., BESSANT, J. & HEINTZ, M. (eds) *Responsible Innovation. Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society*. Chichester, John Wiley & Sons. pp. 75–84.
- VON SCHOMBERG, R. (2013) A Vision of Responsible Research and Innovation. In: OWEN, R., BESSANT, J. & HEINTZ, M. (eds) *Responsible Innovation. Managing the Responsible Emergence of Science and Innovation in Society*. Chichester, John Wiley & Sons. pp. 51–74.
- ZESCHKY, M. B., WINTERHALTER, S. & GASSMANN, O. (2014) From Cost to Frugal and Reverse Innovation: Mapping the Field and Implications for Global Competitiveness. *Research-Technology Management*, Vol. 57. No. 4. pp. 20–27.