



Centre for Economic and Regional Studies of the Hungarian
Academy of Sciences – Institute of World Economics
MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont
Világgazdasági Intézet

Műhelytanulmányok 122.

2018. január

Szanyi Miklós

**MŰSZAKI FEJLŐDÉS ÉS HOSSZÚ TÁVÚ
GAZDASÁGI CIKLUSOK**

SZALAVETZ ANDREA HOZZÁSZÓLÁSÁVAL

MTA

Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

Világgazdasági Intézet

Műhelytanulmányok 122. (2018) 1–48. 2018. január

Műszaki fejlődés és hosszú távú gazdasági ciklusok

Szalavetz Andrea hozzászólásával

szerző:

Szanyi Miklós

igazgató

Magyar Tudományos Akadémia

Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

Világgazdasági Intézet

email: szanyi.miklos@krtk.mta.hu

Minden itt kifejtett vélemény és következtetés a szerző sajátja, mely nem minden esetben tükrözi a Világgazdasági Intézet, illetve a Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont kutatóinak véleményét, vagy a Magyar Tudományos Akadémia álláspontját

ISBN 978-963-301-658-9

ISSN 1417-2720



Műszaki fejlődés és hosszú távú gazdasági ciklusok¹

Szalavetz Andrea hozzászólásával

Szanyi Miklós²

Összefoglaló

A gazdasági növekedés legfontosabb hosszú távú hajtóereje a műszaki fejlődés. A klasszikus közgazdászok vetették fel először ezt a gondolatot, amely a közgazdasági eszmetörténetet végig kíséri. Egyik legújabb elméleti megközelítését az evolúciós közgazdaságtan innováció elmélete adja. Ez a modernkori gazdasági fejlődés növekedési ciklusaihoz (Kondratyev-ciklusok) hasonló műszaki fejlődési ciklusokat ír le. Vizsgálja ezeknek az 50-60 évenként a társadalmi létformákat gyökeresen átalakító műszaki forradalmaknak a belső, ismétlődő törvényszerűségeit. Bár mind a műszaki, mind a gazdasági ciklusok pontos szakaszolása nehezen megoldható feladat, a kettő között fennálló logikai összefüggés létezésében bízva ez a tanulmány a két hosszú távú fejlődési folyamat kölcsönhatását vizsgálja az evolúciós elmélet eszköztárára támaszkodva. A fő cél a 2000-es évek eddigi fejleményeinek értelmezése ezzel a módszertani keretrendszerrel, és a közeli jövőben várható műszaki és gazdasági fejlődési folyamatok vázlatos előre jelzése.

JEL: B52, N10, O14, O33

Tárgyszavak: Kondratyev-hullám, műszaki-gazdasági paradigma, evolúciós közgazdaságtan, innováció, technológiai fejlődéspálya, gazdasági növekedés

Bevezető gondolatok

A 2008-as válsággal véget ért a „nagy megnyugvás” időszaka. A 90-es évek elejétől a nagy pénzügyi válságig tartó időszakot azért nevezik így, mert a fejlett országokban és elsősorban az Egyesült Államokban ebben az időszakban viszonylag stabil, bár nem túl magas ütemű gazdasági növekedés volt megfigyelhető. A piacok egy fontos eseménytől,

¹ A Világgaazdasági Tudományos Tanács újjáalakuló ülésén 2017 december 14-én elhangzott előadás alapjául szolgáló tanulmány

² igazgató, Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Világgaazdasági Intézet, Tóth Kálmán utca 4, H-1097 Budapest, Hungary Email: szanyi.miklos@krtk.mta.hu

a dotcom válságtól eltekintve a fejlett országokban nyugodtak voltak. Turbulenciára jobbra csak a feltörekvő országok értékpiacon került sor, de ezeket a valuta válságokat jól lehetett magyarázni a gyenge intézményi rendszer és a tőkepiaci liberalizáció anomáliáival. A 2008-as válság viszont a fejlett országok tőkepiacain bontakozott ki, és elhúzódó recessziót okozott a reálgazdaságokban is. Vagyis szertefoszlott ekkor az a megnyugvás (önámítás), hogy a fejlett országok gazdaságpolitikája és piaci intézményei kielégítően, nagyobb kilengések nélkül képesek szabályozni a gazdaságot. A viszonylag hosszabb ideig tartó stabilitás majd sokkoló válság, tartósan alacsonyabb szintű növekedési pálya mindenképpen magyarázatot, a háttérben meghúzódó okok feltárását igényli.

Sokféle oldalról lehet a problémát megközelíteni. Egy lehetséges elgondolás a gazdasági növekedés és más reálgazdasági folyamatok ciklikusságát hosszabb távon vizsgálja. Nyikolaj Kondratyev még az 1930-as években végzett kutatásaiban néhány gazdasági mutató (mindenek előtt a beruházások, valamint áralakulás, kamatok, külkereskedelmi forgalom, szén- és acéltermelés) hosszútávú együttmozgását figyelte meg a világgazdaságban. Ezt a megfigyelését a gazdasági tevékenység gyorsuló illetve lassuló periódusaiként értelmezte. Kondratyev követői a ciklusok értelmezését tovább folytatták és folyamatosan aktualizálták. A 2008-as válságot is egy ciklus, az ötödik K-ciklus fordulópontjaként értelmezték. A legfrissebb publikációk kifinomultabb számítási módszertanra támaszkodva, a Maddison-féle adatbázisra építve növekedési ütemkülönbségeket párosítottak az öt Kondratyev-ciklushoz (pl.: Korotayev és Grinin, 2012). A jelenlegi lassulást az 5. ciklus hanyatló (downswing) ágaként értelmezik.

A modern közgazdasági gondolkodásban a műszaki fejlődés és innováció³, mint a gazdasági növekedés legfontosabb hosszú távú forrása kap szerepet. A főáramú közgazdaságtan előbb a termelékenység figyelembe vételével (Solow-Swan modell), majd az endogén növekedési modell megalkotásával emelte be keretei közé a műszaki

³ A tanulmányban végig különbséget teszünk a két fogalom között. Schumpeter nyomán a műszaki fejlődést olyan, a gazdaság számára exogén folyamatnak tekintjük, amely saját belső törvényszerűségei alapján halad előre, és amely műszaki és tudományos ismereteket generál. Ezek az ismeretek képezik az innováció, találmány alapját. A találmányok a műszaki ismereteket emberi szükségletek kielégítésére teszik alkalmassá. Ezeknek a létrehozása alapvetően mérnöki feladat. A találmányok piacképes terméké fejlesztése, az innováció viszont már nem csak mérnöki, hanem nagyrészt vállalkozói tevékenység. Fő tartalma az eredeti ötlet és találmány üzleti hasznosítása. A két terület egymással ugyan szorosan összefügg, de mind mikro- mind makrogazdasági értelemben jól elkülönül, sajátos intézményrendszerben működik. Így az elemzésekben is mindenképpen külön szükséges őket kezelni.

haladást (AK-modell). De a gondolat már a klasszikus közgazdasági gondolkodásban jelen volt. A műszaki fejlődés és az ebből táplálkozó innovációk egyik fontos eleme a hozzájuk kapcsolódó bizonytalanság. A fejlődés irányai, dinamikája alig jelezhetők előre, az új műszaki megoldásokra épülő vállalkozások (mai szóval élve start-upok) többsége sikertelen marad. A nagyfokú bizonytalanság miatt a főáramú közgazdaságtanban sem közvetlen magyarázó tényezőként jelenik meg a műszaki fejlődés, hanem, mint a gazdasági növekedésnek az alapvető termelési tényezők változásaival nem megmagyarázható részét, a reziduumot valószínűleg leginkább befolyásoló tényezőt veszik azt figyelembe.

A közvetett szerep ellenére az 1960-as évektől kezdve megindult a főáramú közgazdaságtan keretein belül is a műszaki fejlődés gazdasági hatásainak a vizsgálata. A kutatási erőfeszítések néhány fontos téma köré csoportosultak. Ilyen témák voltak a műszaki fejlődés és innováció forrásai (kereslet által húzott vagy a műszaki haladás által előretolt innovációk szerepe a jelentősebb), a műszaki tudás és a technológiák terjedésének folyamatai (a terjedés sebessége, irányai, a technológia transzfer és adaptáció sikerének feltételei), a műszaki fejlődést és innovációt segítő gazdaságpolitikák és intézményi környezet (Arrow, 1962; Mowery és Rosenberg, 1979; Nelson, 1968, 1981; Schmookler, 1966). A mikrogazdasági kutatásokban az innovációk piaci környezetre gyakorolt hatása, az innováció döntéseméleti aspektusai, a termelékenységre, vállalati teljesítményre gyakorolt hatások álltak a középpontban (pl. Chandler, 1992).

De a közgazdaságtudományi főárammal párhuzamosan kialakuló, formálódó alternatív közgazdasági elméletek közül is jó néhány az innovációt és műszaki haladást helyezte vizsgálatai középpontjába. Ezek a megközelítések több csatornából is táplálkoztak. Kiemelkedik Joseph Schumpeter munkássága, aki a gazdasági növekedés hajtóerejét a vállalkozói ambíciókban látta. Abban az individualista törekvésben, hogy a vállalkozó személyiségi tulajdonságaiból fakadóan megkülönböztetésre, kreativitásra, kiemelkedésre törekszik. Ebben a törekvésében hasznosítja saját, és mások (mérnökök, feltalálók) tudását. Nála a középpontban tehát a vállalkozó személye áll, az ő törekvése az új üzleti megoldások keresése. Ezek egy része műszaki jellegű, másik szintén jelentős része vezetési, szervezési, pénzügyi vagy marketing újítás, innováció. Az innovációnak ez

a műszaki, technikai újdonságoknál szélesebb értelmezése ebben a tanulmányban is fontos szerepet kap (Schumpeter, 1980).

Schumpeter későbbi munkáiban a vállalkozó, üzleti vállalkozás által hasznosítható tudások már nem csak külső forrásból származhatnak, de maga a vállalkozás is végez erre irányuló keresési tevékenységet. A koncepciónak ez a módosulása reakció volt az akkor már jól láthatóan növekvő vállalati kutatás-fejlesztési tevékenységre. A kései munkákban felbukkanó másik újdonság a növekedési ciklusok konkrétabb vizsgálata. Kondratyev, Vuglar és Kitchin eredményeit kombinálva próbálta magyarázni a nemzeti jövedelmek növekedési ütemkülönbségeit az időben. Rövid, közepes és hosszú ciklusok egymásra épülését igyekezett kimutatni az idősorok elemzésével. A ciklikusságot Schumpeter a legfontosabb erőforrások hozzáféréseinek korlátaival, áruk drágulásával magyarázta (Bródy, 2007). Bródy (2007) véleménye szerint a mai, korszerűbb adatbázisok és elemzési módszerek nem igazolják a háromféle ciklus egymásba épülését. Továbbá a kimutatható ciklusok hossza, kiindulási és végpontjaik nem feltétlenül vannak szoros összhangban, és nem minden országban zajlanak párhuzamosan.

Az alternatív közgazdaságtani megközelítések közül ebben a tanulmányban az evolúciós elméleten lesz a hangsúly, melynek egyik legfontosabb forrása éppen Schumpeter munkássága. Az evolúciós közgazdasági elmélet a gazdaságot Schumpeter nyomán folyamatosan változónak tételezi, ahol a biológiai szelekcióhoz hasonló folyamatok zajlanak a piac közreműködésével. A változások üteme időben eltérő, ami ciklikus fejlődést indukál. Az ütemeltérések hátterében a gazdasági növekedés motorjának tekinthető műszaki fejlődés és innováció ciklikussága áll. Az evolúciós innováció elmélet ez utóbbinak az okait illetve reálgazdasági hatásait vizsgálja. Alternatív közgazdasági iskolák elemei közül ebben a megközelítésben fontos szerepet kap még a piaci szereplők döntéseinek korlátozott racionalitása, az információk korlátozott rendelkezésre állása, maximalizálás helyett az elfogadható, kielégítő megoldásokra (és kielégítő profitra) törekvés, a döntésekben hosszabb távon érvényesülő megszokások, rutinok jelenléte, valamint a döntések útfüggősége.

Ezekre az elemekre építve fektette le Richard Nelson és Sidney Winter az evolúciós vállalatelmélet alapjait (Nelson és Winter, 1982), amely az evolúciós innováció elmélet kialakulására is nagy hatással volt (ismertetik: Szanyi, 1990 és Kapás, 1999). Az elmélet

szerint a vállalati működésben kialakult vállalatspecifikus döntési rutinok felülvizsgálatára akkor kerül sor, ha a környezet változása miatt a kielégítő profitot nem éri el. Ekkor indul el új rutineljárások keresése (másolás vagy innováció), amellyel az elvárt profit szint ismét elérhetővé válik. Ha ez nem sikerül, a vállalatot a piaci verseny szelekciós mechanizmusa eltávolítja. Jelentős eltérés a biológiai szelekcióhoz képest, hogy a biológiai mutációval szemben az új megoldások keresése és megtalálása nem véletlenszerű, hanem tudatos kereső tevékenység eredménye. Benne a próbálkozások és kudarcok váltják egymást és a piac mindig ex post szelektál egymással versengő megoldások között. Ez a szelekciós folyamat irányítja iparágak és piacok fejlődését, és végső soron ezek összességét a nemzetgazdaság folyamatait is.

Evolúciós innováció elmélet

Nelson és Winter evolúciós iparági- és vállalatelméletének központi kérdése, hogy miért és milyen módon kezdenek a vállalatok új megoldások keresésébe, szélesebb értelemben vett innovációba, és hogy ez a keresés milyen területeken és milyen módon folyik. Az ezekkel a kérdésekkel foglalkozó evolúciós innováció elmélet kialakulásának fő központja a Sussexi Egyetem Tudománypolitikai Kutató Egysége (Science Policy Research Unit) volt, elsősorban Christopher Freeman irányítása idején. Az iskolához tartozó fontosabb szerzők, így Richard Nelson is hosszabb-rövidebb időt töltöttek ebben a műhelyben. A tanulmány további része ezen iskola szerzőinek a munkásságára alapoz, amelyek közül mindenek előtt David, (1993), Dosi (1982, 1988), Freeman (1982; 1994), Freeman és Soete (1997), Nelson (1981), Nelson és Winter (1977), Pavitt (1987; 1999), Lundvall (1988), Metcalfe (1998), Perez (2002), Rosenberg, (1976, 1982), munkái emelkednek ki⁴.

Az evolúciós innovációs gondolkodás középpontjában az új megoldások keresésének törvényszerűségei állnak. A potenciálisan elérhető új megoldások közötti keresést a vállalat szintjén a korábbi döntési fázisok eredményei (felhalmozott tőkejavak, műszaki és menedzsment tudás és gyakorlat) erősen befolyásolják, útfüggővé teszik. Iparági szinten sem véletlenszerű a folyamat, a piaci szereplők (versengő vállalatok, fogyasztók)

⁴ Magyar nyelvű összefoglalást Szanyi (1990) és Havas (1999) írtak.

egymással kölcsönhatásban működve együtt hozzák létre az iparágra jellemző technológiai paradigmákat, nemzetgazdasági és világgazdasági szinten pedig műszaki-gazdasági paradigmákat. A különböző szerzők fogalomhasználata és definíciói részben eltérőek, hangsúlyaik nem azonosak. A műszaki fejlődés irányát befolyásoló, determináló tényezőket három szinten is vizsgálják. A vállalat szintjén (más megközelítésekben konkrét termékek szintjén) releváns fejlődési utat a használatos „technological trajectory” kifejezés alapján műszaki fejlődéspályának nevezem. Az iparági szinten érvényesülő fejlődési törvényszerűségekre alkalmazott kifejezés „technological paradigm”, műszaki paradigma. Nemzetgazdasági szinten is értelmezhető a műszaki fejlődés irányának meghatározottsága. Ezen a szinten már nem csupán az egyes iparágak és piacok, hanem a társadalmi létformák valamennyi elemén látható hatások értelmezendők. Ezt az átfogó determinációt nevezi az elmélet „techno-economic paradigm”-nak, műszaki-gazdasági paradigmának. Ez utóbbiak korszakos változásai hozhatók összefüggésbe a K-hullámokkal, a tanulmány lényegében erről szól.

A vizsgálatok legtöbbször az iparági szintű műszaki paradigmákra irányulnak. Már a kiindulópontnak tekinthető Nelson-Winter koncepció is főleg ezzel foglalkozik. A műszaki paradigma egy iparágra vonatkozó jellegzetes műszaki és gazdasági (üzleti) problémákra irányuló keresési tevékenység minták összessége. Vagyis, adott iparágon belül a szereplők azonos időben hasonló vagy teljesen egyforma ágazatspecifikus problémákra keresnek megoldásokat. Ebben a keresésben az egyes szereplők rendelkezésére álló erőforrások mennyisége, minősége hasonló, az elérni kívánt eredmény leírása a szereplők között egyforma és a keresési tevékenységben hasznosított tudás egy része is közös⁵. A műszaki paradigma evolúciós folyamat során alakul ki, melyet technológiai életciklus ír le.

⁵ Például a XX. század közepén a repülőgépgyártásban elérhető technológiák (duraluminium szerkezeti elemek, nagy teljesítményű robbanó motorok) minden cég számára adottak voltak, bár a motorok teljesítményében azért jelentős eltérések mutatták a piacvezető vállalatok előnyeit. A közösen értelmezett célok a repülőgépek méretének és a repülési sebességnek a növelése voltak. Az 1940-es évek végére az addig alkalmazott technológiák elérték a fejlesztési lehetőségek felső határát. Például a belső égésű motorok használatával eljutottak a hangsebesség közelébe, de a fejlődés lelassult, majd le is állt. A technikai szűk keresztmetszetre adott válasz az iparág egészében a toló légsugaras hajtóművek alkalmazása lett. A sugárhajtású gépek elterjedése a műszaki paradigma megváltozását jelentette a repülőgép iparban, amely az 1950-es és 60-as években gyakorlatilag általánosan elfogadott új technikai megoldásokat eredményezett.

Kezdetben több, egymástól lényegesen eltérő műszaki megoldást alkalmaznak a piaci szereplők ugyanannak a szükségletnek a kielégítésére. A piaci szelekció kiválasztja ezek közül a leginkább sikereseket, amelyek legjobban és leggazdaságosabban képesek a piaci igényeket kielégíteni. Idővel az egymással versenyző, koncepcionális eltéréseket mutató változatok egymást kiszorítják, és megjelenik az uralkodó változat (dominant design). Ezt aztán minden piaci szereplő átveszi és alkalmazza (Abernathy és Utterback, 1978). Az életciklusban az innovációs tartalom áttevődik a gyártási eljárások tökéletesítésére, a termék tulajdonságai már nem változnak ugrásszerűen, inkrementális termékfejlesztések történnek. A műszaki paradigma fogalma alkalmazható akkor is, ha nem vezet el uralkodó változathoz, de a keresési folyamat azonos logika és eszköztár szerint történik (például a gyógyszeriparban).

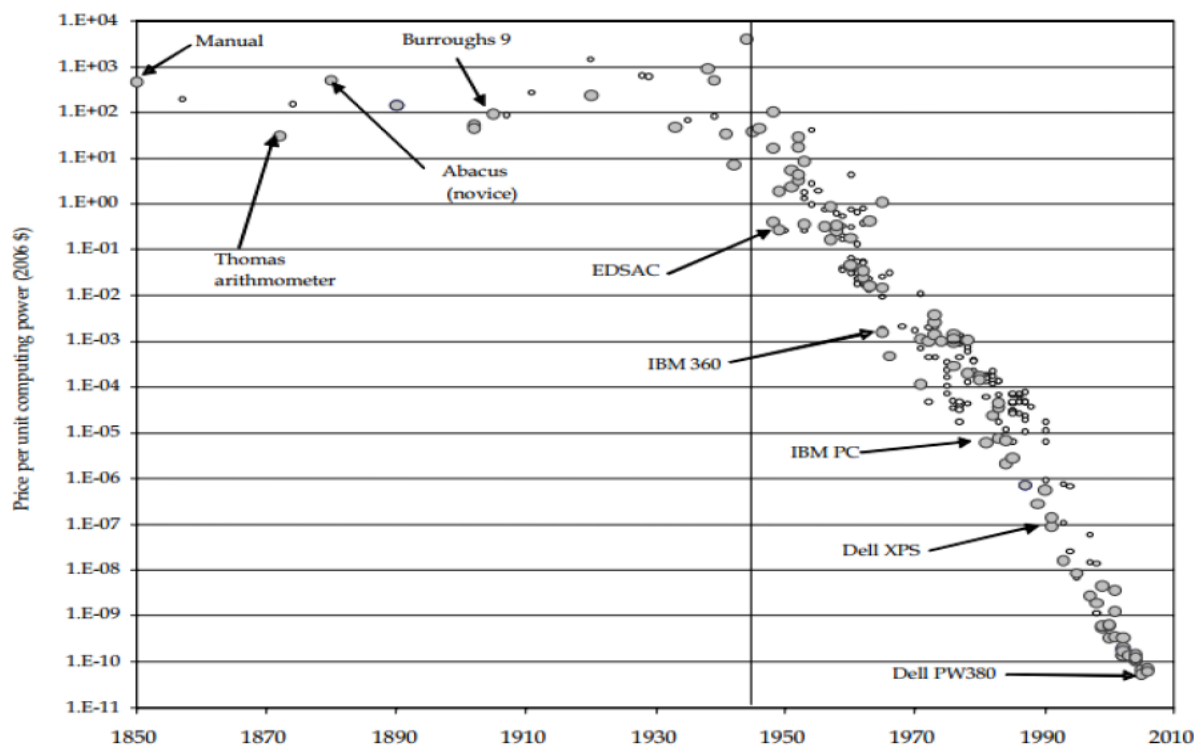
A műszaki paradigma legfontosabb eleme, amitől paradigmatickussá válik egy iparág, a közösen értelmezett fejlődési (fejlesztési) célok, szűk keresztmetszetek és a megoldások keresésének heurisztikus módja (Dosi, 1982). Az iparágra jellemző tudás jelentős része közösségi tudás, sőt, annak egy részét a piaci szereplők közösen végzett vagy egyeztetett tevékenysége hozza létre (innovációs stratégiai szövetségek, innovációs klaszterek – ezekről lásd: Szanyi, 1998). Ez a fajta együttműködés és együtt gondolkodás a piaci szereplőket, keresletet és kínálatot, de a társadalom valamennyi érintett szereplőjét, oktatási intézményeket, kutatóhelyeket egyaránt integrálja – egy adott technológia, iparág szintjén. Az iparági szintű keresés determinálja a vállalati keresési folyamatot, a technológiai fejlődéspályák alakulását is. Ez utóbbiakat befolyásolja a korábbi vállalati döntések alapján felhalmozódott anyagi és szellemi tőke mennyisége és minősége. Problémát okozhat például, ha a műszaki paradigma nem abban az irányban fejlődik tovább, ahol az adott cég felhalmozott tudása, képességei és anyagi javai csoportosulnak. Ilyen esetekben a korábbi döntések miatt magas „elsüllyedt költségek” akadályozhatják, hogy a műszaki paradigma változását a vállalati technológiai fejlődéspálya is kövesse⁶. Természetesen a technológiai fejlődéspályák is lehetnek egészen hasonlóak piaci riválisok esetében is. Ebben az esetben az iparági szintű meghatározódás erősen érvényesül, és elsősorban termék szinten értelmezhető a technológiai fejlődéspálya kifejezés. A 1. ábra a mikroprocesszorok technológiai fejlődéspályáját leíró legfontosabb

⁶ A menedzsment irodalom számos példát ismertet. Egyik legutóbbi látványos példa a Nokia mobiltelefonja.

műszaki tulajdonságnak, az egy másodperc alatt elvégzett műveletek egy műveletre eső költségének alakulását mutatja be. Érzékelhető a versenyző termékek együttmozgása.

1. ábra

Egy matematikai műveletre jutó költség 2006-os egységáron
(árak a GDP árindexszel deflálva)

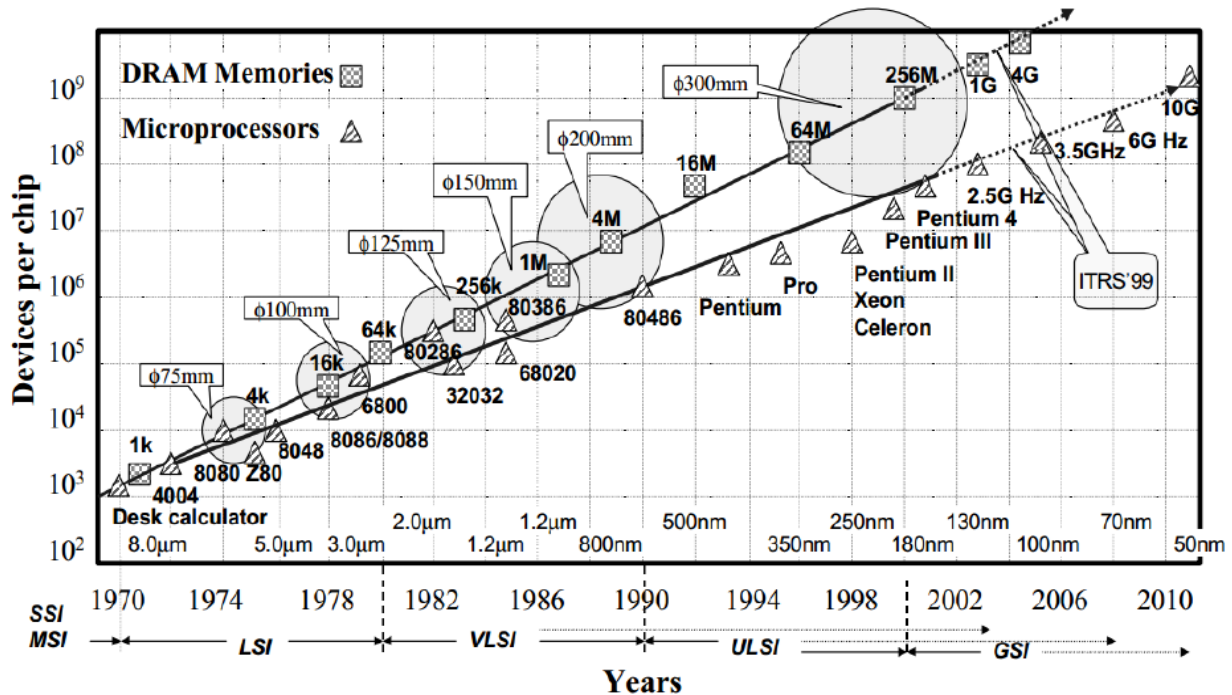


Forrás: Nordhaus (2007) és Dosi-Nelson (2013)

A 2. ábra a mikroprocesszorok és memóriakártyák kapacitás bővülését mutatja be. Itt is megfigyelhető az exponenciális növekedési trend. A műszaki fejlődéspálya minden gyártó által követett másik fő fejlődési iránya a miniatürizáció volt, az egy integrált áramkörre (chip) jutó elektronikai alkatrészek számának növelésével.

2. ábra

Egy integrált áramkörön elhelyezett elektronikai alkatrészek számának változása



Forrás: Zheng (2008) és Dosi-Nelson (2013)

A technológiai fejlődéspályák annak ellenére jönnek létre, hogy a vállalkozók és vállalatok nagy része, főleg az innovatívak a schumpeteri értelemben vett megkülönböztetésre, kitűnésre törekszenek. Hogy mégis hasonló módon értelmezik egy adott iparág fejlődési trendjeit, megoldandó szűk keresztmetszeteit, és hogy keresési tevékenységük koordinált, ez mutat az erős technológiai meghatározottságra, a rendelkezésre álló fejlesztési lehetőségek korlátaira. Termékek, iparágak műszaki fejlődéspályája szakadásoknál kínál több alternatívát, egymással versenyző fejlesztési lehetőséget. Ha egy új műszaki paradigma alakul ki, akkor a technológiai fejlődéspályák eszközállománya és tudásbázisa is megváltozik, fejlődése felgyorsul, a radikális innovációk sokféle továbblépési lehetőséget kínálnak. Később a piaci szelekció ezek számát fokozatosan csökkenti, míg kialakul az általánosan alkalmazott műszaki megoldás. A paradigma változása innovációk sorozatát generálja. Korszakos felfedezések innováció-klasztereket hoznak létre, hiszen komplex termelési

rendszerekben a kapcsolódó teljesítmények változását igénylik. Ezért érezhető ilyenkor a műszaki fejlődés felgyorsulása. De az új paradigma radikális innovációi nem csak a termelésben mutatkoznak meg, hanem a gazdasági, sőt a társadalmi intézmények módosulásában és a kultúrában is (lásd például az internet átfogó hatását). A megváltozó gazdasági és társadalmi működés pedig megköveteli új vagy módosított működési szabályok és ellenőrző mechanizmusok bevezetését is⁷.

A műszaki fejlődés szempontjából a kutatás és fejlesztés (K+F) valamint a szervezeti tanulás egyaránt fontos tényező. A műszaki paradigma vezető ágazatainak fejlődésében a K+F az átlagosnál nagyobb szerepet kap. A paradigma által létrehozott új megoldások, alapvető innovációk szétterjedése további ágazatokban viszont jelentős mértékben a szervezetek tanulási folyamataira épít (Rosenberg, 1982). Ez a tanulási folyamat jelentős mértékben közösségi. A klaszterekben tömörülő piaci szereplők közötti tudás- és információ megosztás növekvő hozadékkal jár, ezt már Alfred Marshall is felismerte (Marshall, 1890). Ennek következtében a műszaki fejlődés sebessége szempontjából a monopólium biztosítása, a szabadalmak hatékonysága legalábbis kétséges. De az innovációban vezető szerepet játszó cégek ma már nem is annyira a kódolt és ezért szabadalmaztatható tudásukat védik. Inkább tacit tudásukkal igyekeznek tartós versenyelőnyre szert tenni. Igyekeznek a technológiai fejlődéspályát is olyan irányba terelni, ahol a cég-specifikus ismeretek alkalmazása jelentős. Ezek az ismeretek korábbi tapasztalatokban halmozódnak fel, így gyakorlatilag megismételhetetlenek. A céges tapasztalatok, a tacit tudás és az útfüggés hatékonyabb védelmet nyújtanak a másolással szemben, mint a szabadalmak (Szanyi, 1991; 2006). A kollektív tudásgenerálás és megosztás valamint az egyedi üzleti hasznosítás a klaszterekben tömörülő piaci szereplők közötti pozitív externális hatások (tudásátadás, hálózati externáliák) legfontosabb forrása (Szanyi, 2008). A klaszterek léte is alátámasztja a műszaki fejlődés kumulatív jellegét.

A műszaki fejlődés paradigmatisztikus felfogásában nem csak az üzleti szereplők, a kínálati oldal, de a fogyasztók, a keresleti oldal is fontos szerepet kap. A potenciálisan

⁷ Az internet alapú virtuális piacokon zajló kereskedelem jelentős ütemben bővül annak ellenére, hogy a tranzakciók biztonságát garantáló mechanizmusok csak most vannak kialakulóban. Nem született még meg az az ellenőrző mechanizmus és garancia rendszer, amely a potenciálisan előforduló csalást vagy járadékszerzést nagy biztonsággal kizárná. Ennek a problémának a megoldása még hátravan.

elérhető műszaki megoldások közötti választásban a megnyilvánult, vagy feltételezett kereslet (eladhatóság, jövőbeli üzleti haszon) fontos szerepet játszik. A régi dilemma a műszaki fejlődés által „tolt” és a kereslet által „húzott” innovációról ebben a megközelítésben erősen hangsúlyozza a kereslet szerepét (Freeman, 1982)⁸. Dosi és Nelson (2013) az evolúciós innováció elméletek eredményeit összefoglaló munkájukban a kereslet hatását több csatornán keresztül látja megvalósulni. A cégek keresési tevékenységét a piaci egyensúly felbomlása, az árak hirtelen és jelentős változása erőteljesen befolyásolhatják. Történelmi események közül a tengeri blokádok vagy a nyersanyagok hiánya sok példát szolgáltatnak helyettesítő termékek kifejlesztésére (pl. műbenzin, fagáz). Rosenberg (1976) sok egyéb példa mellett említi a Marx által is tárgyalt XIX. század közepi angliai munkás megmozdulásokat, sztrájkokat. Ezek közvetlenül is hozzájárultak az ipar gépesítéséhez. Keresleti ösztönző volt a modern korokban a kormányzati megrendelés, elsősorban a hadiiparban. XX. századi példa az USA fegyverkezési és űrkutatási programja, amely rendkívül sok műszaki innováció forrásává vált (pl. a mikroelektronikai iparban, anyagkutatásban, rádiótechnikában). Az internet első formáját amerikai kormányzati megrendelésre fejlesztették ki. A piaci viszonyok változásai tehát a vállalatok keresési tevékenységének irányát befolyásolják az adott műszaki paradigma keretei között.

A piaci hatások a keresési folyamatok intenzitását, sebességét is befolyásolhatják azzal, hogy eltérő mértékű erőforrástallokálnak a különféle iparágak műszaki paradigmái fejlesztéséhez. Intenzív keresletű piacok magukhoz vonzzák a fejlesztési forrásokat. De az empirikus kutatások ezt a hipotézist egyértelműen nem tudták bizonyítani, főleg nem az ok-okozati összefüggés irányát: azért is növekedhet a kereslet, mert az adott termék vagy iparág új paradigmája gyorsan fejlődik és fölékerekedik a korábbi megoldásoknak. Dosi és Nelson (2013) ezzel a kérdéssel kapcsolatban azt emelik ki, hogy függetlenül az ok-okozati összefüggés irányától a műszaki fejlődés és a piaci kereslet egymással kölcsönhatásban többszörös visszacsatolással kapcsolódik össze.

⁸ A dilemmát eldöntendő empirikus kutatásokat végeztek. Ezek nagy része esettanulmányokon keresztül mutatott be példákat a két koncepció érvényesülésére és nem tartalmazott általánosítható következtetéseket (Szanyi, 1990). Esetfüggő kérdéssel van dolgunk.

Fentiek alapján az evolúciós innováció elmélet a műszaki-tudományos haladás és elérhető tudás, a gazdaság, piacok, valamint a széles értelemben vett társadalmi intézmények kontextusában vizsgálódik. Az így meghatározott műszaki fejlődési tér időben változó, dinamikus, ugyanakkor sok eleme útfüggő és meghatározza a használatban lévő műszaki megoldások és technológiák fejlődésének irányát és sebességét. Ezt a sokrétű feltételrendszer által behatárolt pályát nevezzük technológiai fejlődéspályának az egyes technológiák, iparágak vonatkozásában, műszaki paradigmának átfogóbb értelemben, a gazdaság egészére vonatkoztatva.

Műszaki-gazdasági paradigmaváltás (technológiai forradalom)

A műszaki fejlődéspályák és paradigma fogalmainak értelmezése után e tanulmány fő témájához érkezünk el, a paradigmaváltáshoz, technológiai forradalomhoz. Ezek az események azok, amelyek a hipotézis szerint a világ gazdaság egészére hatással vannak és befolyásolják annak fejlődését, ide értve a gazdasági növekedés ütemét is. Perez (2009a) definíciója szerint „a technológiai forradalom... egymáshoz kapcsolódó radikális áttörések csoportja, amely egymással összefüggő technológiák új konstellációját alakítja ki” (8. o.). A mostani információs technológiai forradalom első nagy áttörése a mikroprocesszor megjelenése volt, melyet számítógépekben, játékokban, katonai és civil technikák miniatürizálásában és a mérőműszerek digitalizálására hasznosítottak kezdetben. Később következett be a mini számítógépek és személyi számítógépek egymásba érő fejlődése, a szoftver fejlesztés, telekommunikációs felhasználás. Az információs és kommunikációs infrastruktúra új formája az internet egészítette ki a folyamatot, melynek eredménye teljesen új műszaki fejlődéspályák kialakulása lett az érintett technológiai területeken, melyek egymással is egyre jobban összefüggtek. Ezeket a fejlődési folyamatokat az új műszaki paradigma technikai feltételei, a kialakuló új piacok és infrastruktúra, valamint az ezekhez kapcsolódó széles körben elterjedt és osztott értékek, fejlesztési elképzelések köré csoportosuló kognitív tevékenységek hajtják előre.

Öt nagy paradigmaváltást, technológiai forradalmat különböztetnek meg a szerzők⁹. Ezeknek a vizsgálata többé-kevésbé egységes logika szerint történik. De a periódusokra jellemző műszaki, gazdasági és társadalmi kontextusok természetesen nagy eltéréseket mutattak, az adott korra jellemzőek voltak. Ezért az egymással való összehasonlításuk csak magasabb absztrakciós szinten értelmezhető. Ennek következtében nem csupán a lefolyásuk részletei, de fejlődésük különböző szakaszainak időzítése, hossza, az általuk elért gazdasági hatások erőssége is jelentős eltéréseket mutat. Vagyis, a hasonló fő jellemzők és szempontok szerint felépített öt fejlődési periódus nem lehet teljesen átfedő egymással. Bródy András a K- hullámokkal kapcsolatban fogalmazta meg ezt a problémát, de ugyanúgy értelmezhető megjegyzése a műszaki paradigmák törvényszerűségeire is: „Ha nem kapcsolódnak szorosan és szabályosan egymáshoz, akkor adott időpontban sajátosan összefonódva egymást erősítve vagy ellensúlyozva, egyedi növekedési pályát hoznak létre” (Bródy, 2007; 909.o.). Mint látni fogjuk, a műszaki paradigmák periódusai a másféle logika szerint felépített K-hullámok periódusaival sincsenek mindig összhangban. Ennek lett az a következménye, hogy bár a vizsgált szerzők a műszaki fejlődés ciklikusságát éppen a gazdasági növekedésre gyakorolt hatások miatt állították vizsgálatuk középpontjába, a K-hullámokkal való összevetéstől újabb cikkeikben elzárkóznak (Perez, 2009a; 10. o.¹⁰ és 2002). Ebben a tanulmányban mégis erre teszünk kísérletet, Bródy András fenti gondolatai bátorítanak erre.

A technológiai forradalmak kezdőpontját valamely korszakos felfedezés, szabadalom időpontjához rendelhetjük, amely kapcsolódó innovációk sorozatát indítja el azzal, hogy új műszaki megoldások elől hárítja el az akadályokat. A kezdőpont kiválasztása, például egy szabadalmi bejelentés időpontja már eleve szubjektív, hiszen az csupán egy formális aktus, a hozzá vezető hosszú út végén, illetve az általa megnyíló lehetőségek kiaknázása sem kezdődik el ugyanaznap. A kezdőpont kiválasztása így inkább szimbolikus, jelzi a

⁹ A műszaki-gazdasági paradigmaváltás koncepcióját összefoglalóan leginkább Carlota Perez munkáiban találjuk meg. Giovanni Dosi elsősorban a műszaki fejlődéspályákkal, vállalati és iparági együttmozgásokkal foglalkozott, míg Chris Freeman az átfogó műszaki paradigmák törvényszerűségeit kutatta.

¹⁰ Carlota Perez ugyanebben a cikkében ugyanakkor maga is felhívja a figyelmet a két téma potenciális összekapcsolásának jelentőségére: „A makrogazdasági folyamatok dinamikus és történelmileg meghatározott lefolyásának megértéséhez az evolúciós közgazdaságtan alapvetően járult hozzá a műszaki haladásnak a hosszútávú növekedésre gyakorolt hatása feltárásával. (Perez, 2009a; 21. o.)”

helyet, az időpontot és a technológiai területet, ahonnan az új műszaki paradigma szétterjedése elindul. Az 1. táblázat tartalmazza az öt technológiai forradalom kiinduló pontjaira vonatkozó alapvető információkat.

1. táblázat

Öt technológiai forradalom kiindulási pontjai

	Az időszak szokásos elnevezése	Központi országok	Az átalakulást kiváltó műszaki újdonság	Megjelenés éve
Első	Az első „ipari forradalom”	Anglia	Arkwright fonalgyára Cromfordban	1771
Második	A gőzgép és a vasútépítés kora	Nagy-Britannia, majd USA és Nyugat-Európa	A „Rocket” gőzmozdony első útja a Liverpool-Manchester vasútpályán	1829
Harmadik	Acél, elektromosság és nehézipar kora	USA és Németország	Pittsburghben megnyílik a Carnegie-Bessemer acélüzem (Pennsylvania)	1875
Negyedik	Petrolkémia, autóipar és a tömegtermelés kora	USA, Németország majd Nyugat-Európa	Az első T modell elkészül Detroitban, a Ford üzemben (Michigan)	1908
Ötödik	Információs és telekommunikációs technológiák kora	USA, majd Európa és Ázsia	Bejelentik az Intel mikroprocesszor kifejlesztését Santa Claraban (Kalifornia)	1971

Forrás: Perez (2002)

A technológiai forradalmak vagy más szóval műszaki-gazdasági paradigmaváltásokat azért tekinthetjük korszakos változásnak, mert az általuk érintett technológiák fejlődése egymással összekapcsolódik, egymást mozdítják előre igényt támasztva más területek fejlődésére. Másrészt olyan innováció halmazokat eredményeznek, amelyek a társadalmi létformák teljességére kiterjedő hatással bírnak (ezért tekinthetők paradigmának). A műszaki paradigmára jellemző műszaki megoldások legjobb gyakorlatként forradalmasítják a hozzájuk kapcsolódó további iparágak fejlődését, amellyel ezek újabb és újabb időszakokban lesznek képesek ösztönözni a gazdaság fejlődését. Sattler Tamásnak 1980-as években használt találó hasonlatával élve ezek a technológiák folyondárként szövik át a gazdaság egészét (folyondár-hatás). Ez az átfogó átalakító hatás, a feltáruló új műszaki lehetőségek generikus új technológiák infrastruktúrák, gazdaságszervezési elvek kialakulásához vezetnek, amelyek jelentősen növelik minden iparág és gazdasági tevékenység hatékonyságát.

A műszaki-gazdasági paradigmaváltás során teljesen új iparágak jönnek létre, amelyek fokozatosan a legdinamikusabban fejlődő iparágakká válnak és megváltoztatják a gazdasági szerkezetet. Az új technológiák elterjedése, kapcsolódó iparágakban történő alkalmazása a paradigmaváltás második szakaszában válik a gazdaságfejlődés motorjává. Az új műszaki paradigma kialakulását, megerősödését a kialakulás időszakának, a kapcsolódó iparágakban történő alkalmazást a szétterjedés időszakának nevezhetjük (installation és deployment periódusok: Perez, 2002 és 2009b). Az egész időszak folyamán meghatározó szerepet kaphat a kialakuló új iparág több generikus, általánosan alkalmazott terméke és technológiája. Ezek között van egy alapvető, minden alkalmazásban szereplő, alacsony költségű és kvázi kimeríthetetlen termelési tartalékkal rendelkező energiaforrás esetleg termelési alapanyag. Van továbbá egy vagy néhány új infrastruktúra elem, amely a közlekedést/szállítást vagy a kommunikációt forradalmasítja. A 2. táblázat ezeket a technológiákat és infrastruktúra elemeket sorolja fel az öt műszaki-gazdasági paradigmaváltásra vonatkozóan.

A 2. táblázat felsorolásából jól látható, hogy az egymást követő technológiai forradalmak nem csak új termékek és iparágak kialakulásához vezettek, de alapvető változásokat hoztak a termelő eszközök fejlődésében is. Ez a folyamat a termelés szerezésével szemben is rendre új követelményeket támasztott. A paradigmák tehát megújították a termelés szervezés gyakorlatát, de a vállalat szervezeti felépítését és a vállalatvezetési módszereket is. Az új gyártási eljárások megváltozott követelményeket támasztottak a munkavállalókkal szemben is (Szanyi, 2006). A változás átfogó jellege miatt az első időszakban jelentős turbulenciákat okoz a gazdaságban. A korábbi paradigma alkalmazására specializált gazdálkodók vagy a munkaerő is komoly inerciával bírnak, ami akadályozza az új paradigma fejlődését. A folyamat tehát schumpeteri értelemben vett kreatív rombolás.

A technológiai forradalmak által alkotott új műszaki-gazdasági paradigmák életciklusa a következő forradalomig tart. A ciklust két fázisra lehet bontani. Előbb a paradigma vezér termékei és ágazatai fejlődnek ki az átlagosnál gyorsabb növekedésükkel, használatuk általánossá válik. Ez a kialakulás időszaka. A második szétterjedési periódusban a „folyondár hatás” érvényesül, az új eszközök, technológiák megtermékenyítően hatnak más iparágakra, a gazdasági fejlődés motorjai egyre inkább

a második hullámos alkalmazások lesznek¹¹. A két periódus nyilván szervesen egymásra és egymásba épül, mégis, az elhatárolás igénye felmerül. Erre legalkalmasabb a technológiai buborékok kipukkanásának időpontja.

2. táblázat

Az öt műszaki-gazdasági paradigma vezető iparágai és új infrastruktúra elemei

	Kulcstényezők Új technológiák és iparágak	Új infrastruktúrák
1. Az első „ipari forradalom”	Olcsó vízenergia Gépesített pamutipar Kovácsoltvas gépek	Csatornák és országutak
2. A gőzgép és a vasútépítés kora	Olcsó kőszén Gőzgépek Gőzerővel hajtott ipari berendezések Vasérc- és szénbányászat Vasútépítés, vasúti gépgyártás	Vasút Rendszeres postaszolgálat Telegráf Nagy vitorlás kikötők
3. Acél, elektromosság és nehézipar kora	Olcsó öntöttvas (Bessemer technológia) Gőzhajózás Nehézvegyipar Városi közművek és tömegközlekedés Elektromos ipar Konzervgyártás Papíripár, nyomdaipar, sajtótermékek	Világkereskedelem gőzhajózással Szuezi csatorna Transzkontinentális vasutak Nagy acélszerkezetű objektumok építése Telefon Elektromos energia szolgáltatás
4. Petrolkémia, autóipar és a tömegtermelés kora	Olcsó olaj Tömegtermelés az autóiparban Petrolkémia (műanyaggyártás) Belső égésű motorok alkalmazása Elektromos háztartási gépek Mélyhűtött, fagyasztott élelmiszerek	Úthálózat, autópályák, kikötők és repülőtér Üzemanyagtöltő állomások hálózata Általános elektrifikáció Analóg távközlési világhálózatok
5. Információs és telekommunikációs technológiák kora	Olcsó mikroelektronikai alkatrészek Számítógépek és szoftverek Telekommunikáció Elektronikus mérő- és érzékelő műszerek Számítógéppel vezérelt gyártás Új anyagok	Digitális távközlési világhálózat (üvegszál, rádiós és műholdas átviteltechnika) Internet, email, más e-szolgáltatások Diverzifikált energiatermelés Nagy sebességű, kombinált szállítási rendszerek

Forrás: Perez (2002), 14. o.

Az eddigi elemzésben elsősorban a műszaki fejlesztést kivitelező kutatóhelyek és cégek kapcsolatát valamint az általuk kifejlesztett innovációknak a fogyasztókkal illetve

¹¹ Szanyi (1991) kutatása ennek a folyondár hatásnak az empirikus kimutatására irányult az 1980-as évek amerikai gazdaságában. Már akkor észlelhető volt a K+F erőfeszítések intenzitásának emelkedése több hagyományos iparágban is, amit az ágazat modernizálódásaként lehetett értelmezni. A mából visszatekintve látható, hogy ezek a kezdeti lépések jelentőségükben eltörpültek az elmúlt két évtized óriási horderejű változásaihoz képest.

a piaci kereslettel való kapcsolatát állítottuk a középpontba. A folyamat további fontos részlete a finanszírozás. Az evolúciós innováció elmélet Schumpeter nyomán részletesen foglalkozik a tőkepiacok szerepével a műszaki paradigmák kialakulásában és terjedésében. A műszaki paradigma ciklusának két szakasza kétféle jellemző befektetői magatartással jár együtt. A kialakulóban lévő új paradigma vezető ágazatai magukhoz vonzzák a befektetéseket. Az optimista várakozás, a megjelenő első sikertörténetek növelik a hossza spekulálók számát, így egy idő után a ténylegesen szükségesnél több, spekulatív tőke áramlik az új ágazatokba. Eszközbuborék alakul ki, az új iparágak cégeinek papírjai túlértékeltté válnak. A tőzsdei buborékok minden esetben kipukkannak. Eddig tart a kialakulás időszaka, amelyben a befektetők jelentős kockázatot vállalva innovatív vállalatokat finanszíroznak. A befektetőknek ez a szerepe döntő fontosságú abban, hogy a még csak kialakulóban lévő, instabil új technológiai vállalkozások megfelelő finanszírozást kapjanak és fejlődésük a korábbi paradigma inerciáját megtörje. A műszaki paradigma innovatív hatása a pénzügyi szférára is hatással van, új pénzügyi innovációk terjednek el (Perez, 2009b).

A finanszírozási fordulat után viszont kockázatkerülővé válnak a befektetők, illetve eltűnik a befektetési eufória. Ettől kezdve a kiemelkedőnek hitt/remélt befektetési célpontok preferálása csökken, helyette a stabil működésű, konszolidált vállalatok finanszírozása kerül előtérbe. A magas tőkemegtérülés (árfolyam-emelkedés) helyett a befektetők ismét a biztos, rendszeres osztalék jövedelmet preferálják. A pénzügyi szféra visszatér a reálgazdaság igényeinek megfelelő szerkezetű finanszírozási gyakorlathoz. A reál- és a pénzügyi szféra szétválása megszűnik. A finanszírozás a szétterjedés folyamatát támogatja (Perez, 2002). A legutóbbi nagy technológiai buborék a dotcom válságban pukkant ki a NASDAQ összeomlását eredményezve. A 3. táblázat az öt műszaki paradigmához kapcsolódó buborékokat, a kipukkanást és a szétterjedés időszakait különíti el.

3. táblázat

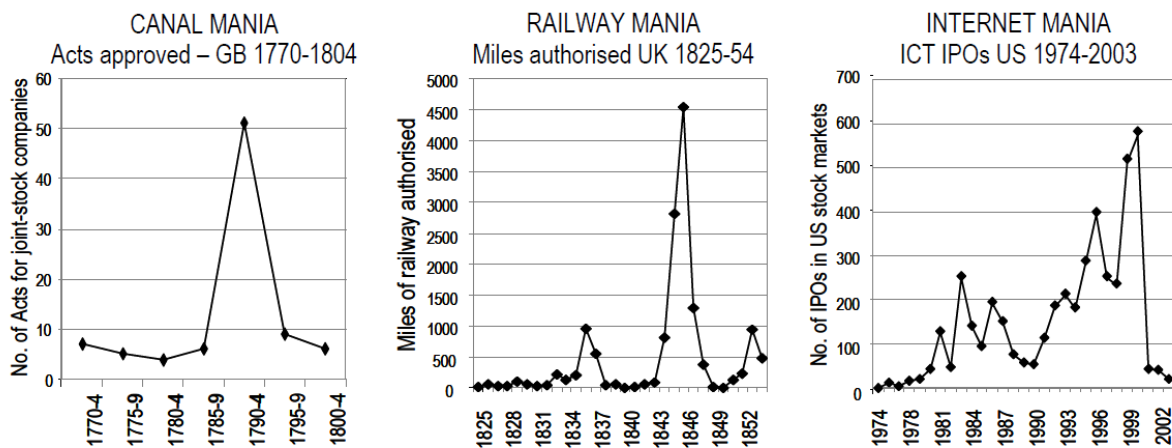
Műszaki paradigmák és befektetési buborékok

Áttörés éve, helye	Műszaki paradigma elnevezése	Technológiai buborék a kialakulási időszakban	Összeomlás (fordulat) ideje, helye	A szétterjedés időszaka
1771 Anglia	Az első „ipari forradalom”	Csatorna mánia	1793 Anglia	Brit nagy ugrás
1829 Nagy Britannia	A gőzgép és a vasútépítés kora	Vasútmánia	1847 Nagy Britannia	Viktoriánus fellendülés
1875 USA Németország	Acél, elektromosság és nehézipar kora	London pénzügyi központ által finanszírozott technológiai és kereskedelmi projektek	1890-1893 Argentína Ausztrália	Belle Époque (Európa) Progressive Era (USA)
1908 USA	Petrolkémia, autóipar és a tömegtermelés kora	Dübörgő 20-as évek (Roaring twenties)	1929 USA	2. vh. utáni aranykor
1971 USA	Információs telekommunikációs technológiák kora	Kettős buborék: Internet mánia majd pénzügyi buborék	2000 USA 2007-8 USA	?? Fenntartható és inkluzív tudásalapú társadalom

Forrás: Perez, (2009b) 6. o.

3. ábra

Befektetési buborékok műszaki-gazdasági paradigmák fordulópontjai körül



Forrás: Perez (2009b), 7. o.

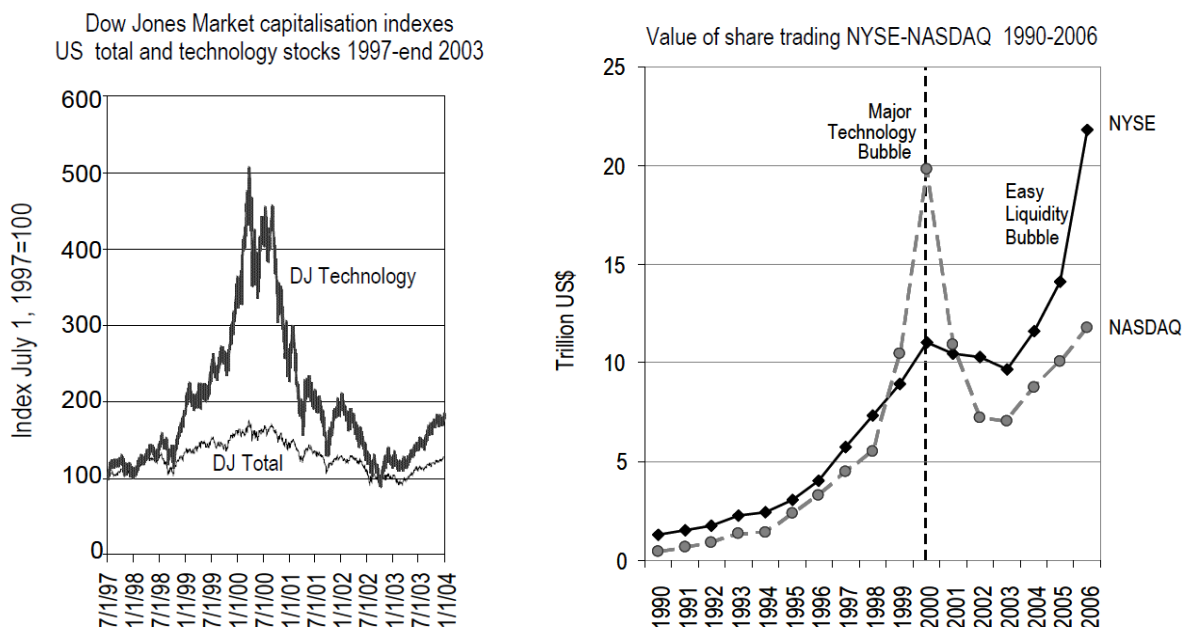
A 3. ábra ugyanezekre a töréspontokra számszerűsített információkat mutat be. Az első paradigmára jellemző befektetési cél, a csatornaépítés lendületét az építési engedélyek számának alakulása illusztrálja. A második, vasútépítési buborékot a Nagy Britanniában évente üzembe helyezett vasútvonalak hossza mutatja be, míg az ötödik,

legutóbbi paradigma fellendülő szakaszát az USA értékpiacon kezdeményezett ICT tőzsdei bevezetések éves számának változása írja le. A hullámváz mindhárom esetben jól látható, elsősorban a befektetési láz végét jelentő összeomlás látványos mindhárom esetben.

A buborékok kipukkanása után a befektetői tevékenység új irányokba fordul. A korábbi paradigmák esetében ez az új irány az új technológiák széleskörű szétterjedésének finanszírozása volt. Az „új gazdaság” gomba módra szaporodó vállalkozásai ekkor már nem magas kockázatú, nagy hozamot, árfolyamnyereséget kínáló cégek. Az egyre inkább előretörő új technológiát új területekre bevezető vállalkozások ezek, közöttük sok a korábbi paradigmák idején alakult, most technológiai megújuláson keresztül menő tradicionális piaci szereplő (Szanyi, 1991). Ezek finanszírozása nem annyira gyors nyereséget, hanem tartós és megbízható jövedelmet ígér. Természetesen a szétterjedés periódusában ugyanolyan nagy szükség van megfelelő szintű finanszírozásra, mint a kialakulás időszakában, csak a finanszírozási konstrukciók változnak meg. A 4. ábra azt mutatja meg, hogy bár a magas kockázatú új technológiai vállalkozások tőzsdei finanszírozása valóban erősen visszaesett a 2000-es dotcom válság után, a tőzsdei eufória mégis tovább folytatódott, de célpontja ezúttal már maga a pénzügyi rendszer lett. Az újabb spekulációs hullám vezetett rövid időn belül a második piaci buborék kialakulásához majd kipukkanásához 2007-ben.

4. ábra

Technológia-intenzív vállalati részvények kereskedelmének alakulása a new-yorki tőzsdén (piaci tőkésítettségi indexek és kereskedés forgalma, 1990-2006)



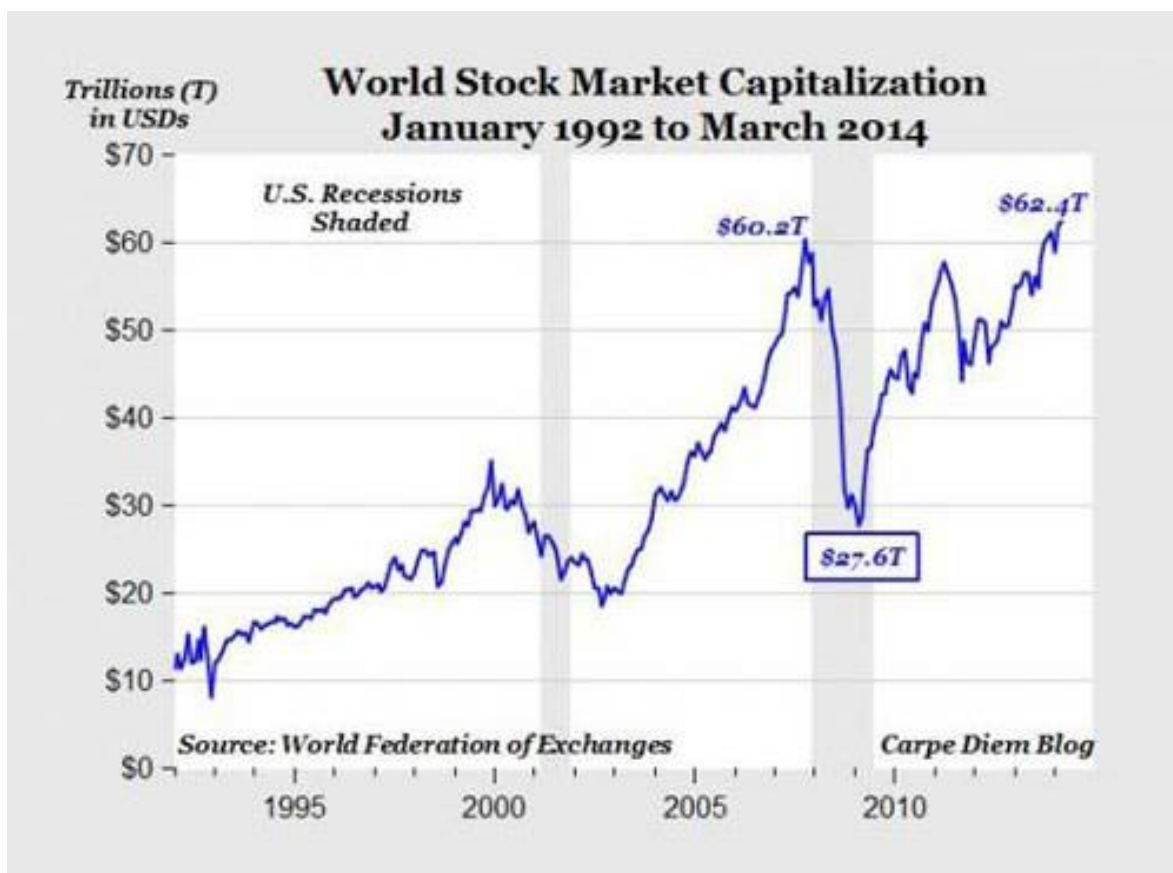
Forrás: Perez (2009b) 9. és 22. o.

Perez (2009b) szerint a magas hozamokhoz szokott befektetők visszatérése az alacsonyabb hozamú, de biztosabb reálgazdasági befektetésekhöz korábban sem volt magától értetődő. A szétterjedés időszakának finanszírozási igényeire az állami szabályozás szigorítása is kényszeríti a pénzügyi szervezeteket. Ezek a szabályozók elsősorban a túlzott kockázatviselést, a buborékokhoz vezető „kockázatéhséget” hivatottak csökkenteni, mint például az USA-ban az 1933-as Glass-Steagall törvény. Látható, hogy a 2000-es dotcom válság után nem született hasonló kényszerítő szabályozás, és bár az internet eufória megszakadt, további új, magas hozamú befektetések bukkantak fel, többek között a kelet európai átalakuló országok finanszírozása. Ráadásul 1999-ben a befektetési és tőkegyűjtő tevékenység szervezeti elválasztását előíró Glass-Steagall törvényt hatályon kívül helyezte az amerikai Kongresszus (Biedermann, 2012). A pénzintézetek előtt így megnyíló terjeszkedési lehetőségek a NASDAQ beszakadása ellenére biztosítottak kockázatos, magas hozamú befektetési lehetőségeket. Ezért a finanszírozás 2000 után sem állt vissza a reálgazdaság

igényei szerinti finanszírozási mintára. Az újabb, ezúttal tisztán pénzügyi buborék¹² kipukkanása 2007/8-ban következett be. Sajnos, az amerikai Kongresszus az Obama-kabinet eredeti korlátozó törvényjavaslatát felhígítva, lényeges szigorításokat abból kihagyva fogadta el a Dodd-Frank törvényt. Ennek hatására újabb pénzügyi buborék kezd kialakulni. Ezt jelzi a globális tőkepiac minden korábbi rekordot meghaladó jelenlegi tőkésítettségi szintje (5. ábra).

5. ábra

Globális tőkepiac tőkésítettségi szintje 1992-2014



Forrás: <https://seekingalpha.com/article/2142523-global-stock-rally-world-market-cap-reached-record-high-in-march>

¹² Az új buborék innovatív új pénzügyi termékekkel (CDO-k) összefüggésben alakult ki. Ezek a termékek maguk is a jelenlegi műszaki paradigma újszerű lehetőségeit hasznosították egy kapcsolódó területen, a pénzügyekben. Ilyen új feltétel volt az azonos idejű globális információellátás biztosítása, ami a tőkepiaci spekulációt nagymértékben felgyorsította. A strukturált értékpapírok első változatai az 1980-as években a Brady-terv végrehajtása során kerültek a piacokra (fejlődő országok gyengén teljesítő adósságait csomagolták újra).

A szabályozás elmaradt szigorodása ellenére a tőkepiacokon végbement a technológiai buborékok kipukkanása után várható szerkezeti változás, igaz a tőkék jelentős része új spekulatív befektetési területre áramlott és nem vissza a reálgazdaságba. A korábban innovatív kisvállalkozásokat felkaroló befektetési modell, a kockázati tőke alap (venture capital fund) még nevet is váltott, 2001 után magán tőke alapnak (private equity fund) hívják. A névváltás jól tükrözi a magas kockázatú és hozamú vállalati befektetések megváltozott területeit. Míg az 1980-as és 90-es években csúcstechnológiai kisvállalkozások (start-upok, spin-offok) 2000 után a tőzsdei összeomlásban megroppant vállalkozások felvásárlásai állnak a középpontban. Ez pontosan az, ami korábbi időszakokban is történt. A kialakulás időszakában létrejött sok kis-közepes vállalkozás hasznosítható eszközeit a talpon maradt nagyvállalatok vásárolják fel. A mai műszaki-gazdasági paradigma legnagyobb cégei, a Microsoft, a Google az Apple és más hasonlók tömegével olvasztják be magukba a profiljukhoz kapcsolódó kiegészítő szolgáltatásokat nyújtó cégeket és saját versenytársaikat. Oligopol piac jött létre, amit jól jeleznek a nagy cégek ellen indított monopólium ellenes eljárások. Egyik első volt például a híressé vált 1998-as Microsoft eset, amikor a céget az operációs rendszer és a kereső motor árukapcsolása miatt vetették eljárás alá.

Az 5. műszaki-gazdasági paradigmaváltás és az 5. K-hullám

A K-hullámokkal foglalkozó irodalom alapvetően makrogazdasági folyamatok trendváltásait írja le. A legújabb munkák a GDP alakulást követik a Maddison adatbázis felhasználásával. Különböző hosszúságú mozgó átlagok számításával igyekeznek a rövid távú üzleti ciklusok kilengéseit kiszűrni, és a hosszú távú ütemkülönbségeket leírni (pl. Korotayev és Grinin, 2012). A számításokat természetesen igyekeznek úgy alakítani, hogy a módszertani koherencia fenntartása mellett az ütemkülönbségek minél látványosabbak legyenek. Így a már említett mozgó átlagok hossza (3-5 év átlaga), a ciklusok kezdőpontjainak megválasztása értelemszerűen befolyásolják az átlagos GDP növekedési ütemeket. Problémásnak tűnő időszakokra nézve különválasztva mutatják be a világ GDP-re és a fejlett országok GDP-jére vonatkozó számítási értékeket. De még ezekkel a finomításokkal sem volt lehetséges két időszakra vonatkozóan határozott

ciklushatárokat kijelölni. Ezekben az esetekben két alternatív variánst is lehetségesnek tartanak (Korotayev és Grinin, 2012; 49-50.o.).

A műszaki-gazdasági paradigmák szakaszolása sem kevésbé kérdéses. Ebben az esetben a kezdőpontok egy-egy szimbolikus jelentőségű műszaki innováció bejelentésének időpontja. Nem nehéz belátni, hogy ezek az innovációk bár korszakos jelentőségűek, nem elszigetelten jelennek meg. Előzményeik gyakran évtizedekkel korábban is fellelhetők¹³, és mivel maguk is kiindulópontnak tekinthetők nagyobb, hasonlóan jelentős innovációkat tömörítő klaszterek kialakulásában, ezért a fontos újítások közül csak egy kiemeltnek tekinthetők. Az új műszaki paradigma elemei az egyvel korábbi paradigma szétterjedési fázisában jelennek meg először. A fejlődéspálya előrehaladásával, mint láttuk, a finanszírozás is egyre nagyobb mértékben fordul az új paradigma megoldásit kidolgozó új, innovatív vállalkozások irányába. A két paradigma közötti átmenet tehát nem törésszerű, hanem fokozatos, vagyis kezdőpontjának meghatározása csak szimbolikus lehet.

Mindkét kutatási irány nagy figyelmet szentel a nagyobb válságoknak, melyeket igyekszik korszakhatárként bemutatni. A K-hullámok kutatásában az időzítések válságokhoz kapcsolása kevésbé tűnik megalapozottnak, mint a műszaki-gazdasági paradigmaváltások esetében. Ez utóbbiaknál a válság a paradigma két ágának az elválasztó pontján jelentkezik, és amint Perez (2009a) alapján bemutattuk, a válság legalább részben pénzügyi jellegű. A pénzügyi szektor a paradigma kialakulási időszakában az új innovatív vállalkozások eszközeit túlárazza, majd a válság után magatartása megváltozik és elsősorban a paradigma szétterjedését végző tevékenységek finanszírozása kerül előtérbe. Ebben az esetben tehát a határpontként kezelt válságnak legalább egyes elemei közvetlenül is kapcsolhatók a megfigyelt folyamat trendváltását leíró változásokhoz. A K-hullámok esetében ez az összefüggés sokkal áttételesebb, kevésbé nyilvánvaló, így a szakaszolás a K-hullámok esetében különösen problematikus¹⁴.

¹³ Az Intel mikroprocesszor 1971-es bejelentése szervesen kapcsolódik a tranzisztor tudományos előzményeihez az 1920-as és 30-as években, az ipari szabadalom bejelentése 1948-ban történt meg. Az első, mai számítógépek logikája szerint épített eszközök, melyek még elektroncsövekkel működtek szintén az 1940-es évek végén jelentek meg.

¹⁴ Erre utal Bródy (2007) említett gondolatmenete is.

Mindezek ellenére, ha komolyan vesszük a klasszikus közgazdászoktól Schumpeter munkásságán, a Solow-modellen keresztül az evolúciós közgazdaságtanig nyúló gondolati ívet, mindenféle módszertani nehézség ellenére meggyőződhetünk róla, hogy a hosszútávú gazdasági növekedésnek valóban a műszaki haladás a motorja. Ha a növekedési trendekben jellegzetes ütemkülönbségek adódnak, ezek egyik lehetséges oka a műszaki fejlődés sajátos fejlődési dinamikája is lehet. Vagyis, a vizsgált két elmélet által felállított, több mint 200 évre nyúló fejlődési pályaleírás egymással összevethető. Igaz, ahogyan egyik vizsgált elmélet sem képes pontos szakaszhatárokat kijelölni (a gazdasági folyamatok sztochasztikus jellege miatt erre eleve nem is lehet számítani), úgy a két fejlődési pálya egymásra fektetésétől sem várhatunk tökéletes megfelelést. De, mint ahogyan a következőkben látni fogjuk, a szükséges túréshatárok között a párhuzamosság felismerhető és a két trend közötti logikai összefüggés jól leírható. A szakaszolásban kiemelt figyelmet kapnak az elmélettel leginkább összefüggésbe hozható válságok a műszaki paradigma kialakulási fázisa és második szétterjedési fázis között.

Perez (2002 és 2010 7. o.) összefoglaló táblázatot mutatnak be az öt modern kori műszaki-gazdasági paradigma lefolyásáról. A középpontban a paradigmák két szakaszát elválasztó pénzügyi válságok vannak. A műszaki paradigmák kialakulási periódusában fontos szerepet kapó technológiákat vagy infrastruktúra fejlesztéseket végző cégekre irányuló spekulatív befektetések összeomlása okozta ezeket a válságokat:

- 1793-97: A csatorna mánia vége Angliában, ingatlanspekulációk az USA-ban
- 1847-50: 1847-es bankpánik Nagy-Britanniában, vasúttársaságok összeomlása
- 1890-95: Barnings Bank (London) összeomlása magas kockázatú argentinai befektetések miatt (1890) és további hasonló esetek (Brazília, Ausztrália)
- 1929-33 (1929-43 az USA-ban): a New Yorki tőzsde összeomlása
- 2000-2007?: 2000 NASDAQ összeomlás, 2007/8 nagy pénzügyi világválság

Ezeknek a válságoknak előzményei a műszaki paradigmák kialakuló fázisai. Ez alatt az időszak alatt veszi át fokozatosan a főszerepet a gazdasági növekedés indukálásában a régi paradigma üzleti vállalkozásaitól az új. Nehéz megállapítani, hogy milyen időpontban jut túlsúlyra, ezért választottak a szerzők szimbolikusnak tekinthető kezdő időpontokat az új paradigmák számára. Az átfordulás a szétterjedés periódusra jobban köthető a fent felsorolt válságokhoz, amelyekben közös, hogy a mindenkori „új

gazdaság” értékpapírai felé megnyilvánuló túlzott spekulatív kereslet ekkor csap át kiábrándulásba. Innentől kezdve a befektetések a gyors árfolyamnyereségek helyett egyre inkább a lassúbb, de biztosabb, rendszeres jövedelmeket, az osztalékokat preferálják. Ezt az átváltást aktív gazdaságpolitikai lépések és intézményi változások is ösztönzik, tehát az államnak is van ebben szerepe¹⁵.

Fentiek alapján tehát előttünk áll a műszaki-gazdasági paradigmákat elhelyező időtengely:

1771	1829	1875	1908	1971	???
1793/7 1/A Első ipari forradalom	1847/50 2/A Gőzgép és vasútépítés	1890/5 3/A Acél, nehézipar, elektromosság	1929/33 4/A Tömegtermelés, autóipar, vegyipar	2000/7 5/A Elektronika, internet	?
	1/B	3/B	4/B	5/B	ICT,

Forrás: Perez (2002) alapján saját összeállítás

Hasonló időtengelyt rajzolhatunk a K-hullámokra is Korotayev és Grinin (2012) adatainak a felhasználásával. Ez az adatsor a Maddison-féle GDP rekonstrukción alakul, és 1820-as évvel indul, ami az első K-hullám hanyatló ága (I/B). Hagyományosan a K-hullámokat is két részre osztják, a fellendülés (upswing) és hanyatlás (downswing) időszakokra. Értelemszerűen a fellendülésben magasabb GDP növekedési ütem és élénkebb beruházási tevékenység tapasztalható, mint a hanyatló szakaszban. Az időtengelyen feltüntettük az adott periódusra érvényes átlagos GDP növekedési ütemet.

1771	1820	1850	1875	1894	1913	1946	1973	1991	2007
	I/B 2,04*		II/A 2,45*	II/B 1,68**	III/A 2,57**	III/B 1,50**	IV/A 4,84**	IV/B 3,05**	V/A 3,49**

*: 12 fejlett ország GDP-jének növekedési üteme; **: A Világ GDP-jének növekedési üteme

Forrás: Korotayev és Grinin (2012) alapján saját összeállítás

A két időtengely lefutása nagyon hasonló, de a ciklusok eltérő szinkronban mozognak. A műszaki-gazdasági paradigmák kialakulási időszakában a gazdaság növekedése lassúbb, mint a szétterjedés időszakában. Vagyis, a K-hullámok fellendülési szakaszai a műszaki paradigmák második, szétterülő szakaszával fednek át. Kondratyev csak néhány említés erejéig foglalkozott a hosszú ciklusok technológiai meghatározódásával, azt részletesen nem elemezte. Ezeket a megállapításait viszont alátámasztják a fenti

¹⁵ Az listán szereplő első két válságnak például a Bank of England beavatkozása vetett véget. A spekulációban élen járó befektetőket letartóztatták.

összehasonlítás eredményei. „A hosszú ciklusok recessziójában kiemelkedően nagy számban jelennek meg új felfedezések és innovációk a termelési technológiákban és a kommunikációban, amelyeket viszont jelentős mértékben csak a következő fellendülés kezdetén kezdenek alkalmazni.” (Kondratieff, 1935, 111.o.; idézi Korotayev és Grinin, 2012, 44-45.o.).

A két időtengely nagyobb eltérései a XX. század két trendváltásának az időzítésénél figyelhetők meg. A 4. műszaki-gazdasági paradigma (tömegtermelés, autóiipar, vegyipar) trendváltása alapvetően a nagy gazdasági világválsághoz kötődik, bár ennek lecsengése az USA-ban 1943-ig tartott. A III. és IV. K-hullám átváltási éve viszont 1946. Itt a hosszabb átmeneti időszak beiktatása használható megoldásnak tűnik, hiszen bár a befektetési buborék az USA-ban 1929-ben kipukkant, Perez és más szerzők is a legtöbb fejlett országban elhúzódó folyamatot írnak le, leginkább a 30-as évek végéig jellemző recesszió miatt (Németország kivételével). Így ebben az esetben indokoltnak tűnik az USA-ra vonatkozó 1929/43-as évszámra cserélni a két fázis közötti korszakhatárt.

1771	1820	1850	1875	1894	1913	1946	1973	1991	2007
K-hullám	I/B		II/A	II/B	III/A	III/B	IV/A	IV/B	V/A
GDP növ.	2,04		2,45	1,68	2,57	1,50	4,84	3,05	3,49

Műszaki-gazdasági paradigmák:

1793/7	1847/50	1890/5	1929/33/43	2000/7
1/A ‡ 1/B	2/A ‡ 2/B	3/A ‡ 3/B	4/A ‡ 4/B	5/A ‡ 5/B
Első ipari forradalom	Gőzgép és vasútépítés	Acél, nehézipar, elektromosság	Tömegtermelés, autóiipar, vegyipar	Elektronika, ICT, internet

Forrás: Perez (2002), Korotayev és Grinin (2012) alapján saját összeállítás

Nehezebb választ adni a következő, 1971/73-mal kezdődő időszak kérdésére. Itt ugyanis a K-hullám teoretikusok a nagy megnyugvás időszakát (1991-2007) azonosítják a kialakuló V. K-hullám kezdetével. Ugyanakkor az 1990-es évek technológiai szempontból nem tekinthetőek eltérőnek, ellenkezőleg, a kialakulás időszakára jellemző pénzügyi spekuláció ekkor volt a legintenzívebb, és csak 2000 után következnek be a fejlett országok piacain azok a megrázkódtatások, amelyek a szétterülés fázisának határát jelezhetnék. Megtehetnénk, hogy a IV/B és V/A periódusok közötti viszonylag kis növekedési eltérésre hivatkozva „hozzácsapjuk” az 1991-2007 közötti időszakot az

azt megelőzőhöz, vagyis úgy tekintjük, hogy az 1991-2007 közötti időszak nem az V. K-hullám fellendülő szakasza, hanem még az előző IV. hullám hanyatló ágához tartozik. Minden esetre a probléma megoldása ennél részletesebb elemzést érdemel, amit a következő pontban teszünk meg.

Mi történt a 2000-es években és mi várható a közeljövőben?

Néhány alapvető megfigyelést lehet tenni. Mindenek előtt a kettős buborék kialakulása tűnik fontos eseménynek, és az, hogy kialakulóban van már egy harmadik is. A tőkepiacok a korábban leírt lefolyásoktól eltérően a 2000-es években nem korrigáltak, nem történt meg a visszaváltás a spekulatív befektetésekről a reálgazdaság finanszírozására. Ebben annak is szerepe lehet, hogy a buborékok ma már globálisan jönnek létre, vagyis, egy-egy ország törvényi szabályozásának szigorításával nem lehet ezeket megelőzni. A tőkepiacok 2007 utáni alakulása is azt mutatja, hogy a fennmaradt vagy újonnan kialakuló eszkozbuborékok már nem az USA-ban, inkább más fejlett és feltörekvő országokban vannak jelen (Kína szerepe ebből a szempontból is kiemelkedő). Tehát az amerikai törvényhozás kevésbé szigorú reakciója a 2007-es válság után nem tekinthető perdöntőnek. Inkább arról van szó, hogy az amerikai pénzügyi lobbí a globális szabályozás hiányára hivatkozva tudta a saját versenyképességét veszélyeztető szigorításokat elkerülni. Mellesleg a Glass-Steagall törvény rendelkezéseinek 1999-es eltörlése is már erre hivatkozással történt.

Ebből fakad, hogy a nagy megnyugvás időszakának (1990-2007) növekedési adatai a kiugróan magas kínai adatok ellenére is meglehetősen szerények maradtak. A fejlett országok erőforrásait továbbra is a spekulatív befektetések kötötték le, még akkor is, amikor a NASDAQ összeomlás után a magas kockázatú befektetések egy részét átcsoportosították. Hiányzik a tőke visszaáramlása a reálszférába a fejlett országokban, ami a viszonylag lanyha növekedés egyik fontos oka lehet. A történelmi példák forгатókönyvei alapján várható hogy a közeljövőben újabb jelentős pénzügyi összeomlás fog bekövetkezni. Ennek helye és kiterjedése nehezen jósolható, de a tőkepiacok globális összefonódása miatt minden bizonnyal világméretű lesz. Lehetséges ki-robbanási helye pedig a törékennyé váló kínai gazdaság, ahol a legnagyobb eszkozbuborékok találhatók. Nem véletlenül igyekszik a kínai kormány a beszűkülő exportlehetőségek után

tőke kivitelével újraéleszteni Kína globális expanzióját. Ezzel lehetne produktív befektetésekben elhelyezni a ma még inkább spekulációba áramló kínai tőkét. A közeljövő egyik reálisnak tűnő megoldása a világgazdaság mai feszültségeinek egy részére tehát a kínai térnyerés, amely képes lehet a világban felhalmozódó likviditások növekvő részét termelő beruházásokba csatornázni világszerte. Ez elvezethet az elektronikai műszaki-gazdasági paradigma kibontakozásának gyorsulásához és egyben a gazdasági növekedés ütemének emelkedéséhez.

A tőkepiacok globális méretű szabályozására tett kísérletek mindeddig csak kevés eredményt hoztak. A tőkepiaci működés szabályozásával kapcsolatos bázeli ajánlatok általában a pénzügyi szektor által létrehozott kockázatos innovációkra adott elkésett reakciók. Ráadásul a világpolitikában is előtérbe került populizmus súlyosan veszélyezteti a gazdaságpolitikák globális egyeztetését. Márpedig erre egyre inkább szükség van, hiszen a tőkepiaci globalizáció folyamatát az amerikai elnök sem képes megállítani. A globális tőkepiacok hatásos szabályozása (korlátozása) nélkül a spekulatív befektetések aránya aligha csökkenthető és nem terelhető a reálgazdaság irányába.

A reálgazdasági alapok erősítése ugyanakkor előtérbe került világszerte, a fejlett országokban is. A megközelítések nagyon különbözőek, hiszen gyakran szubjektív döntéseken nyugszanak. Az evolúciós közgazdaságtan követői jövőorientált gazdaságpolitikák alkalmazását javasolják. Teljesen nyilvánvaló, hogy például az amerikai autóipar vagy szénbányászat rekonstrukciója visszatérést jelentene a 3. és a 4. műszaki paradigma prioritásai közé. Ez egyetlen országban sem tűzhető ki ésszerű fejlesztési célként, legkevesbé az Egyesült Államokban. Egyértelmű, hogy előbb az 5. elektronikai paradigma kifutását kell támogatni, majd pedig a 6. paradigma előfutáráiként megjelenő új műszaki ismeretek generálását, az ezekre épülő innovációkat. Ezek az új irányok egyelőre még nem láthatóak. Az elektronikai alkalmazások egyre szélesedő köre annál inkább. A 2000-es években megszületett Ipar 4.0 (vagy 4. ipari forradalom) koncepció éppen ezt célozza¹⁶. Ez mindenestre biztató jel: a kormányzati törekvéseknek ez a része a technológiai ciklus továbbvitelét célozza.

¹⁶ Ismertetése Roland Berger (2016), a kapcsolódó irodalom áttekintése Hermann és társai (2015) tanulmányokban olvasható.

Kérdéses, hogy aktív iparpolitikával mennyire lesz lehetséges ellensúlyozni a finanszírozásban bekövetkezett eltérést?

Amíg az ipar 4.0 koncepció többé-kevésbé azonosítható az 5. elektronikai paradigma szétterülő fáziséval, kevés információnk van az utána következő 6. paradigma fő sajátosságairól. Mi lesz a vezető erőforrása? Az információ? Milyen új infrastruktúrák, üzleti és szervezeti megoldások fognak hozzákapcsolódni? Hogyan változtatják meg a szélesebb értelemben vett társadalmi létformákat? A műszaki paradigmákkal foglalkozó szerzők ezekkel a kérdésekkel is foglalkoznak, de persze előrejelzéseik alapvetően spekulatívak. Két már ma is zajló folyamat emelhető ki, melyeket az ICT-alapú technológiák elterjedése tett lehetővé. Ezek a piacok és a termelés nagyfokú szegmentálódása valamint a komplex termékek növekvő tudás tartalma.

A szegmentálódást az értéklánc elemeinek számítógépes összekapcsolása és összehangolása teszi lehetővé. A termelés tervezése a piaci igényekről érkező naprakész információkra alapozódik és gyakran a termékeket is ezek alapján az információk alapján egyedileg tervezik meg (egyedi tömegtermelés – mass customization). Magától értetődően a gyártási folyamat és az értékesítés is a számítógéppel integrált rendszer támogatásával zajlik¹⁷. A szegmentáció a piac oldalán speciális igények kielégítését jelenti a tömegtermelés költségelőnyeinek megtartása mellett. A piac is szegmentálódik, egyre több speciális piaci rés nyílik meg. A termelés oldalán a szegmentáció a moduláris gyártás révén a termelési fázisokat szétválasztja és azokat nem csak időben, de térben is rugalmasan mozgatni tudja. Ez a fajta termelés szervezés új szervezeti megoldásokat hív életre. Az értéklánc a 3. és 4. műszaki paradigmára jellemző vertikálisan integrált vállalati szervezet helyett egymástól térben is elkülönülő (külső és belső) hálózatokon keresztül valósul meg (Szabó, 1998).

A másik folyamat, a termékek tudástartalmának növekedése egy szemléletváltás eredménye. A vállalatok új filozófiájának középpontjában nem termékek, hanem szükségletek, piaci igények kielégítése áll. Komplex termékcsomagokat kínálnak, az alapterméket kiegészítő, a használatot elősegítő sokféle szolgáltatással. De maguk a termékek is egyre több tudáselemet tartalmaznak, hiszen minden elektronikus

¹⁷ A számítógéppel integrált termelés egyik első magyar nyelvű leírása Kocsis és Szabó (2001) cikkében olvasható.

alkalmazás tartalmaz valamiféle digitalizált működési algoritmust, sok esetben a működtetést támogató adatbázist, szoftvert is. A tudástartalom növekedése felértékeli az ezeket létrehozó munkát, ugyanígy felértékeli az ezeket hatékonyan kezelni képes felhasználói ismereteket is (Szanyi, 2006). E két folyamat kibontakoztatása, átfogóvá, általánosan érvényesülővé tétele a gazdaságban és a társadalomban az ipar 4.0 koncepció lényege. Ezen az alapon fog elindulni a következő műszaki-gazdasági paradigma kialakulása.

Melyek azok az elemek, amelyek már ma láthatóak, és feltehetőleg szerepet kaphatnak a következő ciklusban? Az első ilyen elem a már létrehozott óriási mértékű, hozzáférhető adatállomány a „big data” (adatfelhő). Jelenleg az adatállományok céges felhasználása elsősorban a piaci igények jobb megismerésére, a piaci részek feltérképezésére és az értékesítési folyamat alátámasztására irányul. Az adatfelhő alkalmas arra is, hogy a fogyasztókat manipulálják. A jövőben új típusú felhasználások megjelenése várható, hiszen a felhalmozott adat- és információállomány egyben az emberi tudás soha nem látott gazdagságú gyűjteménye, amely megfelelő algoritmusok kialakításával sokféle (jó és rossz) célra hasznosítható. Az adatfelhő lesz a vállalatok működésének elsődleges információ forrása. Az adatfelhő elemzéséhez használt szoftver alkalmazások a legfontosabb technológiák. Az elemzéshez, az információk szűréséhez, rendszerezéséhez szükséges szakismeret, a „Tudni hol?” tudása a legfontosabb emberi tudás (Szanyi, 2006).

A vállalati működés releváns színtere a világgazdaság egésze lesz, mivel a legújabb kommunikációs és logisztikai infrastruktúra ezt technikailag lehetővé teszi, az adatfelhő használata pedig a szegmentált piacok megismerésében segít (az idegenség, mint belépési korlát elveszíti jelentőségét). Már elkezdődött a született globális vállalatok kialakulása. Ezek egyelőre jobbra kisvállalkozások, amelyek agresszíven terjeszkednek és működésüket globális méretekben próbálják megszervezni. A nagyvállalatok egy része szintén globálisan szerveződik. Ez azt jelenti, hogy a multinacionális cégektől eltérően elveszítik nemzeti identitásukat. Telephelyek halmazaként működnek, amelyben az egyes egységek feladatait, specializációját a helyi adottságok a hálózat többi elemének adottságaival egybe vetve alakítják ki. A vállalati központ is vándorolhat. Az értéklánc hálózatos szervezetének tovább fog nőni a rugalmassága.

Az adatfelhő használata oldani fogja a piaci szereplők közötti szerepek határait. Az IKEA-konceptió volt az egyik első olyan ötlet, amely a fogyasztót bevonta a termelési eljárásba. A szerepek további összemosódása várható. Ugyancsak ide kapcsolódik a piaci szereplők közötti információs aszimmetria csökkenése. Az adatfelhő használatával a fogyasztók sokkal több releváns információhoz jutnak a termékekről, piaci szereplőkről, árakról, mint korábban. Ez a piaci verseny intenzitásának növekedéséhez vezet. Az elektronikus piacterek pedig egyszerű és olcsó piacra lépési lehetőséget kínálnak mindenki számára a legkülönbébb piaci szegmensekben. Általában véve várható a piacok nagyfokú szegmentációja miatt a kisvállalkozások szerepének az emelkedése például a személyi szolgáltatások piacain. Az internet tehát a jövőben másként fogja segíteni az innovatív kisvállalkozások piacra lépését, mint az 1980-as 90-es években. Akkor a dotcom cégek számára az internet elsősorban, mint termékeik fontos eleme volt jelentős. Az internet a hozzá kapcsolódó termékek és szolgáltatások révén, illetve az e-kereskedelem kifejlesztésében játszott közre. A következő paradigmában az internet már főleg, mint infrastruktúra elem, az értékesítési csatorna játszik majd szerepet a legkülönbébb termékek és szolgáltatások piacra juttatásában.

A 4. paradigma olcsó erőforrása, a kőolaj volt. Szerepe ma már láthatóan visszaszorulóban van. A közlekedésben az elektromos hajtás tömegessé válása, de a hagyományos motorok korszerűsödése is csökkentik a kőolaj iránti keresletet. Az 5. de még inkább a 6. paradigma termelési és fogyasztási szerkezetében pedig a tudásintenzív termékek és szolgáltatások térnyerése miatt a kapcsolódó hagyományos logisztikai szolgáltatásokra kevésbé van szükség. A termékek szállítási infrastruktúrájában az internet szerepe lesz meghatározó. De az anyag- és energiatakarékosság, a környezettudatosság a mainál sokkal jobban át fogja hatni mind a fogyasztók, mind pedig a termelők gondolkodását. Az új paradigma egyik fő motívuma tehát a fenntarthatóság lesz, elsősorban környezeti értelemben, de talán társadalmi értelemben is, és a mainál erősebb lesz a törekvés az inkluzivitásra is.

Következtetések

A műszaki fejlődés és a gazdasági növekedés hosszú távú együttmozgását a XXI század elejéig meggyőzően lehet demonstrálni. Az evolúciós közgazdasági gondolkodás jelentős lépéseket tett a két fejlődési folyamat kölcsönhatásainak leírására. A vállalatok és iparágak szintjén a piaci szereplők, ide értve a fogyasztókat is, visszacsatolásokkal és közösen kialakított keresési erőfeszítésekkel, együttműködve vesznek részt a műszaki fejlődéspályák és tágabb értelemben a műszaki paradigmák létrehozásában. A műszaki paradigmák fejlődési üteme időben változó.

A paradigmák kialakulási időszakában az új megoldások, innovációk (vagyis a gazdasági hasznosítás) a korábbi paradigma képviselőinek viszonylag jelentős ellenállását leküzdve jutnak érvényre. A műszaki ismeretek generálása akkor gyorsul fel, amikor egy vagy néhány kulcsfontosságú, széles körben alkalmazható műszaki felismerés és a rájuk épülő innovációk dinamizálják a kapcsolódó tudományterületeket. Az új ismeretek fokozatosan, a piaci szelekció segítségével nemesednek általánosan alkalmazott terméké. Ezt a folyamatot gyorsítja a tőkebefektetők tevékenysége. A magas kockázatú, nagy hozamot ígérő (spekulatív) tőkebefektetések látják el a szükséges mennyiségű tőkével az innovatív vállalkozásokat.

A gyorsuló műszaki fejlődés kitermeli a folyamat végtermékének tekinthető uralkodó műszaki megoldást. Az ettől eltérő megoldásokkal operáló termékek kiszorulnak a piacról, vállalkozásaik tönkremennek. Ezen a ponton általában már túlértékelt tőzsdei áruk van a cégeknek, és ezért a tömegessé váló piaci kilépések a kialakult eszköz buborék kipukkanását eredményezik, ami jelentős pénzügyi válságot eredményezhet. A műszaki paradigma elmélet ehhez az eseményhez köti a műszaki fejlődési folyamat fordulatát a kialakulás fázisából a szétterjedésbe. A műszaki fejlődés folyamata is megváltozik ekkor. A kialakult uralkodó megoldás gyártása indul meg minden piaci szereplőnél, és a fejlesztések inkább a gyártási technológiákra, a költségek csökkentésére irányulnak. Ugyanekkor a kulcs technológiák alkalmazása gyors ütemben terjed szét a gazdaság egészén, dinamizálva a hagyományos iparágakat is.

A gazdasági szerkezet átalakul. A létrejött új műszaki megoldás gyártása egyre jelentősebb méretű új iparágat hoz létre. Ugyanígy, a hozzá kapcsolódó további innovációk is új termékeket, piacokat és iparágakat hozhatnak létre. Mindezek a

változások a gazdasági növekedés ütemére is hatással vannak. A szétterjedés időszakában a gazdasági növekedés felgyorsul. Ennek következménye, hogy a növekedési ciklusok (K-hullámok) és a műszaki-gazdasági paradigmák fázisai egymáshoz képest időben eltolva jelentkeznek. Ezt a kapcsolatot már Kondratyev is feltételezte, és a modern kutatások ezt igazolták is. Ebben a tanulmányban is ezt az összefüggést mutattuk be.

A két fejlődési folyamat közötti időbeli átfedés több ok miatt nem tökéletes. A legfontosabb ok az, hogy a folyamatok nem mindig zajlanak le az elmélet szerinti tiszta formájukban. Így például a 2000-es évek nagy technológiai és pénzügyi válságai egyelőre nem vezettek a befektetési tevékenység gyökeres átalakulásához, a spekulatív befektetések csak részlegesen folytak át a reálszféra tevékenységének közvetlen finanszírozásába. Egy másik ide kapcsolódó eltérés a gazdaságpolitika és a piaci intézmények korrekciójának elmaradása. A globalizáció folyamatában a piaci szereplők, köztük a pénzintézetek tevékenysége is egyre nehezebben kontrollálható. Ezért a befektetési tevékenység átváltását ösztönző (azt kikényszerítő) szabályozások bevezetése elmaradt a 2000-es években. Ezek a sajátosságok oda vezettek, hogy az 5. műszaki-gazdasági paradigma szétterjedési folyamata a vártnál lassabban indultak be.

A 6. műszaki-gazdasági paradigma vezető technológiai, ágazatai egyelőre alig láthatók, megnevezésük a jóslás kategóriájába tartozik. Feltehető, hogy a nanotechnológiának, biotechnológiának fontos szerepe lesz, esetleg az űrtechnológiának, és a gazdaság szervezetében az elektronikusan feldolgozott és tárolt ismeretek és adatok feldolgozása elsődlegessé válik. A szervezeti formák kialakításában a globális piacok kiszolgálása lesz a vezérelv, és egymáshoz rugalmasan kapcsolódó külső és belső hálózatok együttese fogja alkotni az értékláncot (ez már ma is sokszor így van).

Hivatkozások

- Abernathy, W. J. – Utterback, J. (1978): Patterns of innovation in industry. *Technology Review*, 80:7, 40-47.
- Arrow, K. J. (1962): Economics of welfare and the allocation of resources for invention. In: Nelson, R. R. (szerk.): *The rate and direction of inventive activity*. Princeton, Princeton University Press. pp. 609-625.
- Biedermann, Zs. (2012): Az amerikai pénzügyi szabályozás története. *Pénzügyi Szemle* 57:3, 337-354.
- Bródy, A. (2007): A ciklus oka és hatása. *Közgazdasági Szemle*, 54:10, 903-914.
- Chandler, A. (1992): Organizational capabilities and the economic history of the industrial enterprise. *Journal of Economic Perspectives*, 6:3, 79-100.
- David, P.A. (1993): Path dependence and predictability in dynamic systems with local network externalities: a paradigm for historical economics. In: Foray, D. and Freeman, C. (szerk.): *Technology and the Wealth of Nations*. London, Frances Pinter
- Dosi, G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11:3, 147-162.
- Dosi, G. (1988): Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 26:3, 1120-1171.
- Dosi, G. – Freeman, C. – Nelson, R. – Silverberg, G. – Soete, L. (1988): *Technical change and economic theory*. London, Frances Pinter
- Dosi, G. – Nelson, R.R.(2013): The Evolution of Technologies: An Assessment of the State-of-the-Art. *Eurasian Business Review*, 3:1 3-46.
- Freeman, C. (1982): *The economics of industrial innovation*. London, Frances Pinter.
- Freeman, C. (1994): The economics of technical change. *Cambridge Journal of Economics*, 18:5, 463-514.
- Freeman, C. – Soete, L. (1997): *The economics of industrial innovation*. London, Pinter.
- Havas, A. (1999): Innováció elméletek és modellek. In: Inzelt A. (szerk.): *Bevezetés az innováció menedzsmentbe*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

- Hermann, M. – Pentek, T. – Otto, B. (2015): *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Technische Universität Dortmund, Working Paper No. 1/2015
- Kapás, J. (1999): Szükséges-e többdimenziós vállalatelmélet? Az evolúciós vállalatelmélet kritikai összefoglalása. *Közgazdasági Szemle*, 46:9, 823-841.
- Kocsis, É. – Szabó, K. (2001): Modularitás és változatossági hozadék. *Közgazdasági Szemle*, 48:9, 745-765.
- Kondratieff, N. D. (1935): The Long Waves in Economic Life. *The Review of Economic Statistics*, 17:6, 105-115.
- Korotayev, A. V. – Grinin, L.E.(2012): *Kondratieff Waves in the World System Perspective*. In: Grinin, Devezas, Korotayev: Kondratieff Waves. Dimensions and Prospects at the Dawn of the 21st Century. Russian Academy of Sciences Volgograd Center for Social Research. 23-64. o.
- Lundvall, B. A. (1988): Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: Dosi és társai (szerk.), 17. fejezet.
- Marshall, A. (1890): *Principles of Economics*. London, MacMillan.
- Metcalfe, J. S. (1998): *Evolutionary economics and creative destruction*. London, Routledge.
- Mowery, D. C. – Rosenberg, N. (1979): The influence of market demand upon innovation: A critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, 8:2 102-153.
- Nelson, R. R. (1968): A diffusion model of international productivity differences in manufacturing industry. *American Economic Review*, 58:5 1219-1248
- Nelson, R. R. (1981): Research on productivity growth and productivity differences: Dead ends and new departures. *Journal of Economic Literature* 19:3, 1029-1064.
- Nelson, R. R. – Winter, S. G. (1977): In search of a useful theory of innovation. *Research Policy* 6:1, 36-76
- Nelson, R. R. – Winter, S. G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge, London.
- Nordhaus, W. D. (2007): Two centuries of productivity growth in computing. *The Journal of Economic History*, 67:1, 128-159. Idézi: Dosi és Nelson, 2013.

- Pavitt, K. (1987): The objectives of technology policy. *Science and Public Policy*, 14:4, 182-188
- Pavitt, K. (1999): *Technology, management and systems of innovation*. Cheltenham, Edward Elgar.
- Perez C. (2002): *Technological Revolutions and Financial Capital: the Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham, Elgar
- Perez, C. (2009a): *Technological revolutions and techno-economic paradigms*. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics No. 20. Tallin University of Technology.
- Perez, C. (2009b): *The double bubble at the turn of the Century: Technological roots and structural implications*. CFAP Working Paper No. 31. Centre for Financial Analysis & Policy, Cambridge University.
- Perez, C. (2010): *The financial crisis and the future of innovation: A view of technical change with the aid of history*. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics No. 28. Tallin University of Technology
- Roland Berger (2016): *The Industrie 4.0 transition quantified*. Roland Berger, München
- Rosenberg, N. (1976): *Perspectives on technology*. Cambridge University Press, Cambridge
- Rosenberg, N. (1982): *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge University Press, Cambridge
- Schmookler, J. (1966): *Invention and economic growth*. Cambridge, Harvard University Press.
- Schumpeter J. A. (1980): *A gazdasági fejlődés elmélete: Vizsgálódás a vállalkozói profitról, a tőkéről, a hitelről, a kamatról és a konjunktúraciklusról*. KJK, Budapest
- Szabó, K. (1998): Üzleti hálózat - a társaságok 21. századi architektúrája. *Társadalmi Szemle*, 53:5, 21-34.
- Szanyi, M. (1990): Innováció kutatás napjaink nyugati gazdaságelméletében. *Közgazdasági Szemle*, 37:3, 306-322.
- Szanyi, M. (1991): A műszaki fejlődés hatása a vállalatra. *Vezetéstudomány* 22:5.
- Szanyi, M. (2006): Foglalkoztatás a tudásalapú társadalomban. *Külgazdaság*, 50:12, 26-46.

Szanyi, M. (2008): *A versenyképesség javítása együttműködéssel: regionális klaszterek*. Napvilág Kiadó, Budapest.

Zheng, L. (2008): *System-on-chip applications*. Royal Institute of Technology, Stockholm.
Idézi Dosi és Nelson 2013.

Szalavetz Andrea¹⁸

Néhány gondolat Szanyi Miklós: „Műszaki fejlődés és hosszú távú gazdasági ciklusok” című írása ürügyén¹⁹

Szanyi Miklós tanulmányából elsőként azt a gondolatot emelem ki, hogy egy-egy új műszaki-gazdasági paradigma kialakulása „sok szereplős játék”. Nem lehet csupán technológiai oldalról közelíteni azt a folyamatot, amelynek során az újonnan létrehozott radikális innovációkat továbbfejlesztve, azokat a vezető iparágon kívül, egyéb kontextusokban is alkalmazni kezdik, új iparágak jönnek létre, új vállalkozások sokasága lép piacra, a piacon lévő cégek közül pedig sokan kivonulni kényszerülnek, felpörög a gazdasági növekedés, változnak a társadalmi létformák.

A technológia fejlődésén túlmenően, egy-egy ilyen ciklus kimenetelét más tényezők is erőteljesen befolyásolják: az intézmények, a szakpolitika, a pénzügyi szektor, a technológia elterjedését elősegítő, sőt *megalapozó* infrastruktúra fejlettsége, a technológiai fejlődéssel párhuzamosan megjelenő új üzleti modellek és a társadalmak felkészültsége a változások befogadására.

Ennek fényében a kérdés valóban nem az, hogy melyik lesz az a technológia, amelyikre majd utólag azt mondhatjuk, ez határozta meg az új paradigmát, ez indította el a hatodik hosszú távú ciklus hosszan elnyúló, felívelő szakaszát.

Jóval relevánsabb kérdés, amit Archibugi (2017b) úgy fogalmazott meg, hogy „ki vezeti majd a következő táncot”? A technológia (és annak létrehozásáért és elterjesztéséért munkálkodó piaci és nem piaci szereplők)? A szakpolitika? Az új üzleti modellekkel operáló vállalatok és a változások befogadására alkalmassá váló társadalom?

Szögezzük le, a „ki vezeti a táncot” kérdése nem jelenti azt, hogy a technológia-szakpolitika-társadalom „szentháromságából” kiemelhető lehetne *egyetlen, fő* hajtóerő, amely a hatodik paradigmát meghatározza. Az egyes szereplők egymással kölcsönhatásban, bonyolult innovációs hálózatokat alkotnak: e hálózatokból, még azok

¹⁸ tudományos főmunkatárs, MTA KRTK VGI, szalavetz.andrea@krtk.mta.hu

¹⁹ A Világgazdasági Tudományos Tanács újjáalakuló ülésén 2017 december 14-én elhangzott hozzászólás írásos anyaga

központi és egymással erős kapcsolatban álló elemei közül sem lehet tetszés szerint egy-egy elemet *meghatározónak* kikiáltani. Ezt újra és újra hangsúlyoznom kell, mivel a „ki vezeti a táncot” kérdés lesz a hozzászólásom vezérfonala.

Ami a szentháromság első összetevője, a technológia vezető szerepét illeti, 2005-ben meggyőződéssel jövendöltem a nanotechnológia-vezérelte új ipari forradalom eljövetelét, pontosabban azt, hogy a nanotechnológia lesz a 21. század új műszaki-gazdasági paradigmáját meghatározó technológia (Szalavetz, 2005). A kétezres évek közepén ugyanis sok jel mutatott arra, hogy a nanotechnológiával új paradigmát meghatározó, technológiavezérelt fejlődést elindító, általános célú (Bresnahan-Trajtenberg, 1995) technológia jelent meg. Egyrészt azt állítottam, maga a nanotudomány és az azt alkalmazó technológia maga is folyamatosan, gyors ütemben fejlődik, másrészt jelentős az *innováció-generálási hatása*, vagyis a technológia *felhasználása* számos további innovációra ad alkalmat. Általános célú technológiaként a gazdaság és a mindennapi élet szinte összes szegmensébe, vagyis a technológiát létrehozó iparágon kívüli ágazatokba és iparágakba is behatol. Beépül az érett és hagyományos iparágak sztenderd technológiai megoldásaiba, megtermékenyítve, átalakítva azok technológiáját, új és új innovációs lehetőségeket teremtve számukra. Azt is bemutattam, hogy a nanotechnológia schumpeteri értelemben „romboló”, vagyis a korábbi technológiai irányvonalakat, iparági életciklusokat radikálisan átalakító technológiának tekinthető.

A nanotechnológia, érveltem, átalakítja az iparági határokat: ezek mind képlékenyebbé válnak, vagyis egyre kevésbé egyértelmű, hogy milyen tevékenységek tartoznak egy-egy adott iparágba, sőt, az is, hogy melyik iparágat tekinthetjük kimagaslóan és melyiket kevésbé technológiaigényesnek. A nanotechnológia felgyorsítja továbbá a technológiai konvergencia már hosszabb ideje tartó folyamatait: katalizátorként segíti elő az információtechnológia és a biotechnológia összeolvadását miközben megtermékenyít olyan technológiákat és tudományágakat, mint az információtechnológia, az orvostudomány, a kémia, az elektronika, a robotika.

Bő tíz év távlatából újraolvasva mindezt, meg kell állapítanom, hogy a nanotechnológiát övező hype lecsengőben²⁰ a nanotechnológiát már nem az eljövendő új műszaki-gazdasági paradigma vezető technológiájának, csupán a jelenkor egyik ún. kulcsfontosságú alaptechnológiájának (key enabling technology) tekintik a sok közül.

Miklós írását olvasva, mindazonáltal azon gondolkodtam, hogy a fejlődés talán soha nem volt még olyan mértékben, olyan látványosan tudomány- és technológiavezérelt, mint napjainkban, amikor három alapvető tendencia csúszik össze, jelenik meg minimális időbeli eltéréssel, gyakorlatilag egymással párhuzamosan.

Egyfelől, az *innovációk sűrűsödését* látjuk, főként az ipar 4.0 ernyőfogalmába tartozó technológiai újdonságok körében (kiberfizikai rendszerek, 3D nyomtatás, kollaboratív robotok, nagy adattudomány, felhőalapú számítástechnika).

Miklós előadásában kitért arra a kérdésre is, hogy vajon az innovációs tevékenység megélénkülését az ötödik hosszú hullám szétterülő fázisaként értelmezhetjük, vagy immár a hatodik hullám előjeleit tapasztaljuk.

Ha abból indulunk ki, hogy az ipar 4.0 technológiái nem csupán a feldolgozóipart forradalmasítják: az új technológiák az *értéktermelés módját* változtatják meg, a vállalatok üzleti modelljei változnak és más módon szerveződnek az értékláncon belüli tranzakciók, akkor ennek alapján azt állíthatjuk, hogy mindez már új műszaki-gazdasági paradigmára utal. Mindazonáltal Miklós értelmezése mellett is szólnak érvek: a feldolgozóipari termelékenység látványos emelkedését és a feldolgozóipari tevékenységek tökéletesedését hozó műszaki újdonságok döntő része az ötödik hosszú hullám szétterülő fázisának is tekinthető.²¹ Ezt a besorolást támasztja alá, hogy egyre szélesebb körben, egyre több ágazatban és tevékenységben²² alkalmazzák az ipar 4.0 – valójában nem forradalmian új, hanem viszonylag hosszabb ideje létező – de napjainkban fokozatos innovációk sokaságával továbbfejlesztett és tökéletesített technológiáit.

²⁰ Lásd Shapira és szerzőtársai (2010) áttekintését a nanotechnológiával kapcsolatos társadalmi-gazdasági-technológiai víziók megjelenésének dinamikájáról.

²¹ Az ötödik-hatodik hosszú (K-) hullám jellegzetességeivel foglalkozó tanulmányukban Grinin és szerzőtársai (2017) maguk is elismerik, szólnak érvek mellett, hogy a negyedik ipari forradalom jelenségeit az ötödik hosszú, K-hullám végső szakaszaként, de amellet is, hogy a hatodik kezdeteként interpretáljuk.

²² Lásd Comin és Mestieri (2013) írását a technológia terjedésének extenzív és intenzív összetevőjéről és ennek összefüggéséről az országok közötti teljesítménykülönbségekkel.

A fejlődés technológiavezérelt jellegére utaló második alapvető tendencia a *technológiai konvergencia*²³ *gyorsulása*. A kétezres évek közepén a nanotechnológia térhódítását vizsgálva, Bainbridge és Roco (2005) az NBIC betűszóval (nanotechnológia, biotechnológia, információtechnológia és a kognitív tudomány) utalt a technológiai konvergencia előrehaladására, felgyorsulására. Napjainkra a betűszó hosszabbodott: Grinin és szerzőtársai (2017) MANBRIC technológia-együttesről beszélnek, mint a hatodik hosszú hullám jellegzetes technológia-együtteséről.²⁴

A „ki vezeti a táncot” kérdésére, technológiai oldalról, már csak a technológiai konvergencia folyamatának előre haladása miatt is nehéz pontosan válaszolni: az összeolvadó technológiák közül nem lehet kiemelni egy meghatározott tudományterületet, vagy/és technológiai megoldást, mint a hatodik hosszú hullám vezető erejét.

Amikor, a fejlődés technológiavezérelt jellegét mutató harmadik tendenciáról beszélve mégis ezt teszem, vagyis megpróbálok kiemelni egy meghatározott technológiát, amelyiknek beláthatatlanul fontos szerepe van/lesz a hatodik hosszú hullám kialakulásában, tisztában vagyok azzal, hogy ez a kiemelés hipotetikus és önkényes. Mégis, szeretném a gépi tanulással kombinált mesterséges intelligenciára felhívni a figyelmet. A mesterséges intelligencia nem csupán az egyike az ipar 4.0 gyűjtőfogalmába tartozó technológiai újdonságoknak.²⁵ A gépi tanulás / mesterséges intelligencia az összes olyan jellemzőt egyesíti, amelyet az evolúciós elméletek az új műszaki-gazdasági paradigmákat meghatározó technológiák jellemvonásaiként sorolnak fel:

²³ Technológiai konvergencia alatt eredetileg azt a folyamatot értette az elmélet, amelynek során két eltérő iparág tudás- és technológiai bázisa (részben) közössé válik: az egyes iparágakban született technológiai újításokat más iparágakban is alkalmazni kezdik (Rosenberg, 1976). Ma inkább azt a jelenséget értjük technológiai konvergencia alatt, amikor fejlődési pályájuk egy pontján meghatározott technológiák más technológiákkal olvadnak össze, és az így keletkezett új technológiai pályák is elindulnak a maguk fejlődési útján.

²⁴ A MANBRIC a korábbi NBIC területeit a következőkkel egészíti ki: M = orvosi technológia; A = 3D nyomtatás (additív gyártás); R = robotika.

²⁵ Az írás terjedelme nem teszi lehetővé, hogy részletesen tárgyaljam a mesterséges intelligencia fejlődésének stációit és alkalmazási lehetőségeit. Jó áttekintést ad a témáról Pan (2016) és kicsit másképp közelítve: Brynjolfsson és McAfee, (2017)

- általános célú technológia, vagyis az információtechnológiai iparágon, sőt magán a feldolgozóiparon is messze túlterjeszkedve, az összes ágazatba, a gazdaság és a mindennapi élet összes szegmensébe beépül;
- felerősíti a technológiai konvergencia folyamatait és felgyorsítja az összes tudományterület fejlődését;²⁶
- új, korábban nem létező iparágakat hoz létre, felerősíti a termék-, eljárás-, szervezeti- és marketing-innovációk, valamint a vállalkozási tevékenységeket;
- a schumpeteri teremtő rombolás jegyében megszüntet vagy átalakít létező iparágakat és tevékenységeket;
- megváltoztatja a társadalmi létformákat.

Emeljünk ki ehelyütt pusztán egyetlen elemet a gépi tanúlással kombinált mesterséges intelligencia fennálló rendet felborító hatásai közül: nagyrészt ez a technológia²⁷ áll a mögött, hogy a jelenlegi munkatevékenységeknek jelentős hányada automatizálható lesz, vagyis a jelenlegi állások, munkakörök egy része megszűnik (Arntz és szerzőtársai 2016; Frey és Osborne, 2017).

Több elméleti írás is hangsúlyozza, hogy a társadalom, mint a technológiai újdonságok felhasználója és továbbfejlesztője a korábbiaknál fontosabb szerepet játszik az új műszaki gazdasági paradigma elterjedésében (Archibugi, 2017b; Helbing, 2013). Mi a helyzet azonban a technológiai fejlődés által kiváltott változásokat csupán elszenvedő, az új lehetőségek kihasználására képtelen társadalmi rétegekkel (Brynjolfsson és McAfee, 2011)? Mekkora esélye lehet egy pesszimista forgatókönyvnek, amely szerint az elviselhetetlen mértékű egyenlőtlenségek miatt kiéleződő társadalmi feszültségek olyan globális káoszhoz vezetnek, ami beláthatatlanul távoli jövőbe tolja az új hosszú hullám felívelő szakaszának kezdetét? Nem véletlen, hogy a Világgazdasági Fórum évente megjelenő kockázati előrejelzései (WEF 2017b) évről-évre

²⁶ Bughin és Hazan (2017) frappáns hasonlata szerint, az ipari forradalmak arról szóltak, hogy miként lehet az emberek *erejét* gépek segítségével fokozni. A mesterséges intelligencia korszaka ezzel szemben arról szól, hogy miként lehet az emberek *esztét* gépek segítségével erősíteni.

²⁷ Pontosabban a technológiának néhány olyan alkalmazása, mint a gépi látás, az írott és beszélt nyelv feldolgozása, az intelligens robotok és virtuális asszisztensek, vezető nélküli járművek. Ezeket a technológiákat/megoldásokat használják a termelésben, a folyamatok felügyeletében, az üzleti folyamatok automatizálásához, a döntéstámogatáshoz.

hangsúlyosabban és hosszabban tárgyalják, hogy milyen kockázatokkal járnak az új technológiai megoldások kedvezőtlen társadalmi mellékhatásai.

Ez a gondolat vezet ahhoz, hogy újra feltegyem Archibugi (2017b) kérdését: ki vezeti majd a következő táncot? A technológia és az új megoldásokat új üzleti modellekkel piacra vivő vállalatok? A szakpolitika? A társadalom?

Miklós írását olvasva azon gondolkodtam, hogy a fejlődésnek talán még soha nem volt akkora szüksége jól kialakított szakpolitikai rásegítésre, pontosabban arra, hogy az üzleti célú innovációkat társadalmi innovációk²⁸ egészítsék ki, mint napjainkban, amikor a javakhoz való hozzáférésnek az eddig jól bevált mechanizmusa egyre inkább akadozni kezd. A munkához, legalábbis az eddig általános, *határozatlan idejű szerződéses foglalkoztatási jogviszony*hoz jutás lehetőségei drasztikusan beszűkülnek (Benzell és szerzőtársai, 2015; Sachs és szerzőtársai, 2015), teret nyernek az atipikus foglalkoztatási formák (Hárs, 2013). Új jelenség ezen belül az ún. platform alapú foglalkoztatás: egyre többféle (akár magasan kvalifikált, akár kvalifikáltságot alig igénylő) munkatevékenységet digitális platformokon keresztül rendelnek meg.²⁹ Ezekben a platformokban, vagyis a virtuális térben, az *egyéni szerződő* munkavállalók egymással állnak globális (és leginkább ár alapú) versenyben. Bár a platformalapú munka esetében a személyi jövedelemadó levonása megoldott, a munkavállalók számára ritkán (De Groen és Maselli, 2016) biztosítanak bármilyen egyéb, a hagyományos (offline) munkavégzéshez hasonló, jogilag rögzített jogosultságokat (fizetett szabadság, társadalombiztosítás, foglalkoztatás biztonsága, képzés, egyéb juttatások). Következésképpen, az a társadalmi modell, amelyet a munkaviszonyhoz (foglalkoztatási jogviszonyhoz) kötött társadalombiztosítási juttatások jellemeznek, szükségszerűen át kell, hogy alakuljon (Degryse, 2016).

Havas Attila több tanulmányában is (például Havas, 2014, 2015, 2016) felhívja a figyelmet, hogy a tudomány- és technológiapolitikai döntéshozók, sőt, gyakran még az

²⁸ A társadalmi innovációk sokféle definíciója létezik (lásd: Havas, 2016 áttekintését), leegyszerűsítve, ebbe a körbe tartozónak tekintjük az összes olyan innovációt, amely az emberek képességeit és társadalmi kapcsolatait javítja, és amely különböző társadalmi problémákra (legalább részleges és a már kipróbáltaknál jobb) megoldást kínál.

²⁹ Néhány példa: Uber, Upwork, TaskRabbit, TakeLessons, Amazon Mechanical Turk, CoContest. De Groen és szerzőtársai (2017) becslése szerint, az EU munkavállalóinak közel hat százaléka, 12,8 millió fő végzett 2016-ban platform-alapú munkát.

innovációgazdaságtan kutatói is hajlamosak túlságosan leszűkítve értelmezni az innovációt, és kizárólag a technológia fejlődésére, a tudomány-, vagyis kutatás-fejlesztés alapú innovációkra és a *feldolgozóipari* technológiai újdonságokra, ezen belül pedig főként a csúcstechnológiai ágazatokra odafigyelni. A szükségesnél és az egyes tényezők jelentőségénél kevesebb figyelmet fordítanak a keresleti oldalra,³⁰ illetve az új technológia létrehozása és elterjedése szempontjából nélkülözhetetlen nem technológiai (például vállalat-szervezeti-, menedzsment- és marketing-) innovációkra, az innovációs folyamatok keretfeltételeire, továbbá a társadalmi-, intézményi- és közszféra-innovációkra.

Márpedig radikális technológiai változások és jelentős társadalmi átalakulások idején ezek az „elhanyagolt szempontok” felértékelődnek: utólag általában remekül lehet a mikro- és makroszintű kudarcokat e tényezők figyelmen kívül hagyásával, vagy nem megfelelő kezelésével magyarázni.

A hatodik hosszú hullám bevezető szakaszában tehát *társadalmi innovációkra*, mégpedig az elosztási rendszer átfogó reformjára van szükség ahhoz, hogy az új technológiák schumpeteri „teremtő rombolásából” a *rombolást* az átlagosnál erőteljesebben átélő társadalmak, társadalmi rétegek is képesek legyenek az újdonságokat befogadni, azokhoz alkalmazkodni.

Az elosztási rendszer reformja alatt természetesen nem azokra a leegyszerűsítő, véleményem szerint inkább káros, de legalábbis kevésbé célravezető ötleteket értem, mint a robotok megadóztatása,³¹ vagy a feltétel nélküli alapjövedelem bevezetése, hanem a munkaerőpiaci szabályozórendszer reformját és az oktatási és egészségügyi közszolgáltatásokhoz való hozzáférés *forradalmi* átalakítását, bővítését.

³⁰ A döntéshozók hajlamosak a tudomány fejlődéséből levezetni a technológia fejlődését. Úgy értelmezik, hogy az új tudományos eredmények arra ösztönzik a vállalati kutató-fejlesztő csapatokat és a technológiaorientált vállalkozókat, hogy ezeket az eredményeket alkalmazva, új termékeket, szolgáltatásokat hozzanak létre, új eljárásokat találjanak ki. Valójában, a piacképes technológiai újdonságok létrehozói az esetek többségében régóta létező tudományos eredményeket használnak fel (esetleg új kombinációkban), mégpedig leginkább abból a megfontolásból, hogy mire van a fogyasztóknak, felhasználóknak (a piacnak) igénye, milyen gyakorlati problémát old meg az adott találmány. A folyamat kiindulópontja tehát gyakran épp fordítottja annak, ahogy azt a tudomány- és technológiapolitika támogatási programjait kidolgozó döntéshozók elképzelik.

³¹ A kérdés tudományos (közgazdasági és jogi) feldolgozásai közé tartozik például Guerreiro és szerzőtársai (2017) és Oberson (2017). Lásd még Del Castillo (2017) áttekintését az Európai Unió szabályozási/jogalkotási erőfeszítéseiről.

Ami a munkaerőpiaci szabályozórendszer szükséges változtatásait illeti, ismereteim szerint a legátfogóbb, konkrét javaslatokkal a Világgazdasági Fórum 2017-es 'Fehér Könyve' szolgál, amely egyúttal a már megvalósult társadalmi innovációkról is áttekintést ad (WEF, 2017a).

Mivel az oktatási és egészségügyi közszolgáltatásokhoz való hozzáférés reformja (forradalmi átalakítása) a munkaerőpiac szabályozásánál jóval bonyolultabb szakpolitikai kérdéseket vet fel,³² ebben a hozzászólásban csupán témánk békaperspektívájából teszek egy megjegyzést.

Induljunk ki abból, hogy a műszaki fejlődéssel és a hosszú távú gazdasági ciklusokkal foglalkozó írások közül többen is az egészségügyet tartják a hatodik hosszú hullám felívelő szakaszára jellemző *vezető iparágnak*, ahol számos technológia és tudományterület új eredményeit³³ együtt alkalmazzák majd (Archibugi, 2017a; Griffin és szerzőtársai, 2017). Ebből a perspektívából nézve, az elosztási rendszer egészségügyet érintő reformja nem csupán társadalmi innováció, hanem egyúttal a hatodik hosszú hullám vezető iparágának *kereslet oldali ösztönzését* szolgáló tudomány- és technológiapolitika.

Zárásként be kell vallanom, hogy a „ki vezeti a következő táncot” kérdésre nem tudok meggyőző választ adni. Hogy ne azzal fejezzem be, mire elhalkul a zene és véget ér a tánc, már tudni fogjuk, álljon itt inkább az a nyilvánvaló tanulság, hogy csak rossz származhat abból, ha bármelyik szereplő is a parkett szélén marad.

³² A társadalmi problémák technológiai és (szak)politikai megoldásának nehézségeit megvilágító erővel mutatja be Nelson (1977, 2011) a „hold(raszállás) és a gettó” példáján.

³³ A példák közé tartozik a mesterséges intelligencia, biotechnológia, genomika/génterápia, biochipek, nanotechnológia, anyagtudomány, intelligens robotok.

Hivatkozások

- Archibugi, D. (2017a): Blade Runner economics: Will innovation lead the economic recovery? *Research Policy*, 46(3), 535-543.
- Archibugi, D. (2017b): The social imagination needed for an innovation-led recovery. *Research Policy*, 46(3), 554-556.
- Arntz, M. - Gregory, T. - Zierahn, U. (2016): The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment, and Migration Working Papers*, No. 189.
- Bainbridge, W. S. - Roco, M. C. (2005): *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. New York: Springer.
- Benzell, S. G. - Kotlikoff, L. J. - LaGarda, G. - Sachs, J. D. (2015): *Robots are us: Some economics of human replacement*. NBER Working Papers No. 20941, National Bureau of Economic Research.
- Bloch, C. - Bugge, M. M. (2013): Public sector innovation – From theory to measurement. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 133-145.
- Bresnahan, T. F. - Trajtenberg, M. (1995): General purpose technologies ‘Engines of growth’? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108.
- Brynjolfsson, E. - McAfee, A. (2017): The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, July
- Brynjolfsson, E. - McAfee, A. (2011): *Race against the Machine*. Lexington, MA: Digital Frontier Press.
- Bughin, J. - Hazan, E.: The new spring of artificial intelligence: A few early economies. VOXEU, <http://voxeu.org/article/new-spring-artificial-intelligence-few-early-economics>
- Comin, D. A., - Mestieri, M. F. (2013): *If Technology has arrived everywhere, why has income diverged?* NBER Working Papers No. 19010, National Bureau of Economic Research.
- De Groen, W. P. - Kilhoffer, Z. - Lenaerts, K. - Salez, N. (2017): The Impact of the Platform Economy on Job Creation. *Intereconomics*, 52(6), 345-351.
- De Groen, W. P. - Maselli, I. (2016): The Impact of the Collaborative Economy on the Labour Market. CEPS Special Report, No. 138. <https://ssrn.com/abstract=2790788>

- Degryse, C. (2016): *Digitalisation of the economy and its impact on labour markets*. ETUI Working Paper, No. 2, Brussels: ETUI
- Del Castillo, A. P. (2017): *A law on robotics and artificial intelligence in the EU?* ETUI Foresight Briefs No. 2, Brussels: ETUI
- Frey, C. B. - Osborne, M. A. (2017): The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
- Grinin, L. - Grinin, A. - Korotayev, A. (2017): The MANBRIC-Technologies in the Forthcoming Technological Revolution. In: Devezas, T., Leitão, J., & Sarygulov, A (Eds). *Industry 4.0. Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, pp. 243-261.
- Guerreiro, J. - Rebelo, S. - Teles, P. (2017): *Should Robots be Taxed?* NBER Working Papers, No. 23806, National Bureau of Economic Research.
- Hárs, Á. (2013): Atipikus foglalkoztatási formák Magyarországon a kilencvenes és a kétezres években. *Közgazdasági Szemle*, 60. évf., 2. szám, 224-250.
- Havas, A. (2016): Recent economic theorising on innovation. Lessons for social innovation. CRESSI Working Papers, No. 27
- Havas, A. (2015): The persistent high-tech myth in the EC policy circles: Implications for the EU10 countries. MTA KRTK KTI Discussion Papers MT-DP 2015/17
- Havas, A. (2014): Mit mér(j)ünk? Az innovációs értelmezései – szakpolitikai következmények. *Közgazdasági Szemle*, 61. évf. 9. szám, 1022-1059.
- Helbing, D. (2013): Economics 2.0: the natural step towards a self-regulating, participatory market society. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 10(1), 3-41.
- Nelson, R. (1977): *The Moon and the Ghetto: an Essay on Policy Analysis*. New York: W. W. Norton
- Nelson, R. R. (2011): The Moon and the Ghetto revisited. *Science and Public Policy*, 38(9), 681-690.
- Oberson, X. (2017): Taxing robots? From the Emergence of an Electronic Ability to Pay to a Tax on Robots or the Use of Robots. *World Tax Journal*, 9(2), 247-261.
- Pan, Y. (2016): Heading toward artificial intelligence 2.0. *Engineering*, 2(4), 409-413.

- Perez, C. (2002): *Technological Revolutions and Financial Capital: the Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Rosenberg, N. (1976): *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press
- Sachs, J. D. - Benzell, S. G. - LaGarda, G. (2015): *Robots: Curse or blessing? A basic framework*. NBER Working Papers No. 21091, National Bureau of Economic Research.
- Shapira, P. - Youtie, J. - Porter, A. L. (2010): The emergence of social science research on nanotechnology. *Scientometrics*, 85(2), 595-611.
- Szalavetz, A. (2005): A nanotechnológia és az új ipari forradalom. *Külgazdaság*, 49. évf., 11-12. szám, 58-75.
- WEF (2017a): *Realizing Human Potential in the Fourth Industrial Revolution: An Agenda for Leaders to shape the Future of Education, Gender and Work*. Geneva: World Economic Forum,
http://www3.weforum.org/docs/WEF_EGW_Whitepaper.pdf
- WEF (2017b): *Global Risk Report*. Geneva: World Economic Forum