

Tanulmányok

MŰSZAKI HALADÁS ÉS GAZDASÁGI NÖVEKEDÉS TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND ECONOMIC GROWTH

Szanyi Miklós

az MTA doktora, Szegedi Tudományegyetem Gazdaságtudományi Kar,
MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Világgazdasági Intézet
szanyi.miklos@krtk.mta.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ember által használt eszközök fejlődése a fogyasztás, a jólét folyamatos bővülésével jár együtt. A műszaki fejlődés gazdasági növekedést indukál. A közgazdasági elméletek közül az evolúciós innovációelmélet igyekszik az összefüggés részleteit a tudományosság igényével leírni. Ebben a megközelítésben az innováció a vállalati működés hosszú távon rutinszerű döntéseinek megváltoztatását jelenti. A gazdasági tevékenység jövedelmezőségének fenntartása, növelése érdekében a vállalatok keresési tevékenységet folytatnak; versenylőnyre töreksenek a piacon. Ezt újszerű műszaki, szervezési, finanszírozási, értékesítési megoldások bevezetésével képesek elérni. Innovációkkal, amelyeket a versenytársak nem vagy csak késleltetve képesek követni.

Az innovációk létrejötté időben egyenetlen. Az alap kutatások, széles értelemben vett természettudományos diszciplínák nagy tudományos áttörései idején ugrásszerűen bővül a társadalom felhalmozott tudásállománya. Ezekből a tudásokból lehet létrehozni emberi szükségleteket kielégítő termékeket. Ezek a találmányok, invenciók. A találmányok gazdasági bevezetése, gyártása és értékesítése az innováció. A tudományos áttörések után az innovációk halmozottan, fűrtökben jönnek létre. A legfontosabb innovációk a társadalmi működés valamennyi területére, a gazdaság egészére hatást gyakorolnak, műszaki forradalomhoz vezetnek. Ilyen korszakváltás eddig öt volt a modern történelmünkben az 1700-as évek végétől kezdve. A legutóbbi, mikroelektronikára alapozott műszaki forradalom az 1970-es években kezdődött, és második, mindent átalakító fázisa a 2000-es évek eleje óta teljesedik ki.

Az evolúciós innovációelmélet néhány időben is összehasonlítható fő jellemző mentén leírta az eddigi öt műszaki paradigma történetét. Ezeket a korszakokat a gazdasági növekedést leíró hosszú távú gazdasági ciklusokhoz (Kondratyev-ciklusokhoz) próbáljuk illeszteni ebben a cikkben. Ha éles korszakhatárokat nem próbálunk húzni, akkor megállapítható a műszaki és a gazdasági ciklusok együttlazogása. Ennek alapján viszont arra is lehetőség nyílik, hogy a várható folyamatokat előre jelezzük. Az elkövetkező egy-két évtizedben a mikroelektronikára alapozott műszaki ciklus dinamizálni fogja a gazdaságot. A magas ütemű növekedésre támaszkodva a fejlődést leginkább meglovagolni képes országok (Kína, India) jelentős fejlődést fognak elérni. Később ez a gazdasági dinamika lanyhul, és elindul az intenzív keresés az új, a hatodik műszaki paradigma fő technológiái és termékei megtalálására. Ezek előrejelzése most még nehéz, de az adatfelhőnek és a mesterséges intelligenciának bizonyosan lesz benne szerepe.

ABSTRACT

Development of tools and machines has always created more consumption and welfare. Technological development induces economic growth. It is the evolutionary theory of innovation that describes details of this relationship along the merits of science. In this approach innovation is regarded as changes in long term decision routines of firms. In order to maintain a satisfactory level of income and profit firms conduct search for new sources of market competitiveness which can be new technologies, better organization, new sales or financial solutions. These are all innovations that competitors can if ever copy with considerable time delay.

Innovations emerge unevenly in time. The accumulated social knowledge increases lumpwise in times of important breakthroughs that were achieved in basic research of natural and life sciences. This new knowledge may deliver products, inventions that can satisfy human needs. The establishment of economic usage, production and consumption of inventions is regarded as innovation. Innovations appear in clusters after important scientific breakthroughs. Most important innovations impact every area of social life, all economic activities and lead to technological revolutions. Since the late 1700s five such large technological revolutions occurred. The last one that is based on achievements in microelectronics started in the 1970s. Its second pervasive phase has been shaping our lives since the early 2000s.

Evolutionary innovation theory described the history of the previous five techno-economic paradigms along a few common characteristics. In this article we try to fit these technological development periods to long cycles of economic growth (Kondratieff-cycles). Technological and economic cycles' co-evolution can be observed, provided we do not stick to very precise timing of the cycles. Based on the regularities of development we can also draw some conclusions regarding the expected future development process. In the upcoming 1-2 decades microelectronics-based fifth technology cycle will accelerate economic growth. Utilizing their high growth rates a selected number of countries that will be best positioned in the development process (China, India) will achieve considerable advantage. Later economic dynamism will loose steam, and search process for the lead technologies of the new 6th techno-economic paradigm will intensify. It is quite difficult to foresee these products and technologies, but most probably, Big Data and the usage of artificial intelligence will play important roles.

Kulcsszavak: evolúciós innovációelmélet, műszaki-gazdasági paradigma, műszaki forradalom, Kondratyev-ciklus, gazdasági növekedés

Keywords: evolutionary theory of innovation, techno-economic paradigm, technological revolution, Kondratieff-cycle, economic growth

Műszaki haladás alatt az ember által használt eszközök, gépek és berendezések változását, fejlődését értjük. A folyamat a Homo Sapiens, az eszközöket használó ember megjelenésével egyidős. A korszerűbb, hatékonyabb, jobb eszközök használata előnyöket biztosít azokkal szemben, akik fejletlenebb, korszerűtlenebb eszközöket működtetnek. Ugyanúgy igaz volt ez az emberősökre a Neander-völgyi emberrel végbement versenyben, ahogy igaz a mai világ vezető csúcstechnológiai fejlesztőcégeire. Ez az előny a modern társadalmakban gazdasági előny

formájában jelentkeznek. Korszerűbb eszközökkel több terméket lehet előállítani, emelkedik a termelékenység, csökkenhetnek a gyártási költségek. A műszaki fejlődés új termékeket is létrehoz, újabb fogyasztói szükségletek kielégítését teszi lehetővé. A létrejövő gazdasági előnyök egyes emberek, csoportok, vállalatok, népek, országok között is egyenlőtlenséget teremtenek. Ezért a műszaki fejlődés társadalmi hatásai egyesek számára kedvezőtlenek. Ha a műszaki haladást társadalmi folyamatként értelmezzük, az előnyök elsajátításának egyenlőtlen módja összeütközésbe kerülhet a fejlődési folyamattal.

Joseph Schumpeter a 20. század első felében alkotó osztrák–amerikai közgazdász próbálkozott elsőként a műszaki fejlődés gazdasági hatásainak részletes leírásával. Szerinte a tudományos haladás, az emberi megismerés saját belső hajtóerők által vezérelt folyamat. A tudomány fejlődése lehetőséget ad arra, hogy újabb és újabb szükségleteket tudjunk kielégíteni, vagy a régieket nagyobb hatékonysággal. A szükségletkielégítés új módját műszaki találmányok, invenciók teszik lehetővé. Ezek létrehozása alapvetően mérnöki feladat. Ugyanakkor a létrehozott új eszközök használatba vétele, célszerű alkalmazása, az igényeknek megfelelő finomítása, vagyis az innováció már csak részben mérnöki, nagyobb részben vállalkozói, gazdasági teljesítmény. Az innováció folyamatának hajtóereje az előnyszerzés, az új tudás gazdasági hasznosítása. Ebben a folyamatban a mérnöki teljesítmény a vállalkozó (vállalati vezető, menedzser) által meghatározott gazdasági célok elérését szolgálja. A társadalmi folyamatként, intézmények együttműködéséből eredő kollektív tudás az innováció folyamatában válik egyénileg elsajátítható gazdasági előnnyé.

A kollektív tudás és a belőle megvalósuló egyéni előnyszerzés ellentmondása a modern innovációs elméletek egyik fontos vizsgálati területe. E cikk szempontjából ennek az összefüggésnek az a része fontos, hogy a magántulajdonon alapuló piacgazdaság megengedi a társadalmi tudás egyéni szinten történő kihasználását. A piacgazdaság főszereplője, fejlődésének motorja Schumpeter szerint a vállalkozó, aki erre a tudásra építve innovációk révén igyekszik tartós versenyelőnyre szert tenni (Schumpeter, 1980). Modernebb viszonyok között az innováció is közösségi cselekvés. Az új megoldások keresése vállalati (de nem társadalmi) funkcióvá válik. Schumpeter a műszaki innovációk mellett az előnyszerzésre alkalmasnak tartotta a szervezeti változásokat, marketing és egyéb újításokat is. Mint később látni fogjuk, a műszaki, szervezeti és üzleti innovációk egymással párhuzamosan és gyakran egymással összefüggésben jönnek létre. Ebben a széles értelemben az innováció, az újdonságok kialakulása és terjedése sokszereplős, visszacsatolásokkal rendelkező társadalmi folyamat.

Ennek a komplex, holisztikus folyamatnak a leírására vállalkozik az evolúciós innovációelmélet. Richard R. Nelson és Sidney G. Winter (1982) elképzelése szerint az üzleti szereplők, a vállalatok működésük során nem feltétlenül törekcsenek egyre nagyobb mértékű profit elérésére. A profitnak egy elfogadható, kielégítő

szintjét igénylik, melynek elérése esetén cselekvéseiket, döntéseiket hosszabb távon ismétlődő rutinok, megszokások szabályozzák. Ha a külső piaci feltételek megváltoznak, kedvezőtlenebbé válnak, és a szokásos működési rutinok nem biztosítják az elvárt profitot, akkor a rutinokat felülvizsgálják. Új megoldásokat kezdenek keresni, amellyel gazdálkodásuk eredményességét ismét a megfelelő szintre tudják emelni. Ezek az új megoldások szélesebb értelemben vett innovációk. Az evolúciós elmélet szerint a kedvezőtlen változások sok vállalatot érintenek, a keresési tevékenység sok piaci szereplőnél párhuzamosan zajlik. A keresés egyik formája a vállalati kutatás-fejlesztés, amely az adott időszakban elért tudományos eredményekre támaszkodva próbál innovációkat létrehozni. Ha valamilyen jelentős tudományos áttörés történik, akkor az új ismeretekre támaszkodva több, egymással versengő műszaki megoldás igyekszik ugyanazt a fogyasztói szükségletet kielégíteni. Az egymással versenyző műszaki megoldások, prototípusok közül a piac a biológiai evolúció folyamatához hasonlóan választja ki a leginkább életképes változatot. Ezt az uralkodó műszaki megoldást (Abernathy–Utterback, 1978) végül minden piaci szereplő átveszi, a termelők gyártják, a fogyasztók alkalmazzák. Az alulmaradó termékek eltűnnek, gyártóik vagy átveszik az uralkodó megoldást, vagy maguk is eltűnnek, beolvadnak a versenyt megnyerő vállalatokba (Dosi, 1982; Freeman, 1994).

A legjelentősebb tudományos felfedezések, tudományos áttörések innovációk sorozatát képesek elindítani. Ezek az ember által használt legkülönbözőbb eszközök szerkezetét, működési elvét képesek egyidejűleg megváltoztatni. A gőzgép feltalálása után szinte minden hajtást igénylő rendszer erőforrása a gőzgép lett. A terjedési folyamat szinte a teljes 19. századot végigkísérte, utoljára már az utcai közlekedésben is megjelent a gőzautó formájában. Ez utóbbi innovációnak a használata azért nem vált tömegessé, mert vele szinte párhuzamosan megjelent az újabb radikális innováció, a robbanómotor, amely a gőzgépnél is olcsóbb, kényelmesebb és hatékonyabb erőátvitelt biztosított. A mindennapi élet legkülönbözőbb területeit modernizáló innovációfűrtök, -klaszterek gyökeresen átalakítják a gazdaságot, de a társadalmi lét minden más területét is. A gazdaságban új ágazatok jönnek létre, a hagyományos tevékenységek is megújulnak. Az új technológiák használata újszerű vállalati szervezetformákat, gyakran újszerű piaci kontraktusokat, változó munkamegosztási rendszereket alakít ki. Megváltozik az életmód, a lakhatás, a tanulás, az információhoz való hozzáférés mikéntje. Az új innovációkra épülő tevékenységek kiszorítják a hagyományos társadalmi létformákat, és egyben új szükségleteket, piaci keresletet hívnak életre. A társadalmi lét minden területén szétterjedő, általánosan használt innovációkra épülő fejlődési korszakokat az evolúciós innovációelmélet műszaki-gazdasági paradigmának nevezi (Freeman, 1982).

Nem nehéz belátni, hogy a műszaki-gazdasági paradigmák kialakulásának időszakában a legaktívabb vállalatok jelentős versenyelőnyre tehetnek szert.

Mivel a társadalmakat is átformáló változásokról beszélünk, ezért a társadalmi átalakulás mélysége és sebessége egyes országok relatív helyzetét is nagymértékben befolyásolhatja. Egy korábbi periódusban a műszaki fejlődésben vezető szerepet játszó ország gyorsan a partvonal mellé kerülhet. Ez előfordulhat, ha a korábbi periódusra jellemző kapacitások sokaságát nem képes gyorsan átállítani, modernizálni. Ez igen költséges és fájdalmas folyamat, hiszen a sok-sok beruházás, amely már nem képes a korábban megszokott eredményt, hasznot hozni, szükségszerűen veszteséglistára kerül (ezek az úgynevezett elsüllyedt költségek). De hosszú és nagy erőfeszítést igénylő folyamat a rendelkezésre álló munkaeő átképzése is az új eszközök használatára. Nagy-Britannia például hosszú időn keresztül világméreteken vezetett a műszaki fejlődést, innovációt és gazdasági expanziót. De az 1970-es években elindult mikroelektronikai forradalom hatására a brit gazdaság szédületes sebességgel veszítette el korábbi versenyképességét. Margaret Thatcher, a „Vaslady” sokszor felidézett drasztikus gazdaságpolitikai intézkedései, például a brit szénbányák bezárása éppen azért vált szükségessé, hogy a gazdaság erőforrásait az új műszaki-gazdasági paradigma fejlesztésére lehessen fordítani. A folyamat nagy veszteségekkel és társadalmi konfliktusokkal járt együtt, mégis elkerülhetetlen volt, de a brit gazdaságot mégsem jutatta vissza korábbi pozícióiba.

Ahogy egyes országok visszaesnek, mások a helyükre lépnek, és előretörnek. Ezért az új műszaki-gazdasági paradigmák első szakaszában fejlődési ugrásra is lehetőség mutatkozhat. A gazdasági fejlődés sikertörténetei, mint például az ázsiai „kistigrisek” (Dél-Korea, Tajvan, Szingapúr) berobbanása a világ gazdaság vezető elektronikai fejlesztői közé mind ilyen fejlődési kiugrások. A példák egyben azt is jól mutatják, hogy a műszaki fejlődés élvonalába történő megérkezés milyen óriási mértékben tudja dinamizálni a gazdaságot. Ezek az országok nem csupán arra voltak képesek, hogy saját gazdasági szerkezetüket modernizálják, és benne az új elektronikai ipart és az ehhez kapcsolódó tevékenységeket gyorsan kifejlesszék. Már ez a folyamat is jelentős növekedési többletet eredményezett, hiszen dinamikus bővülő piacok ellátását tette lehetővé. De a létrehozott kapacitások jelentős része külpiacokra termelt, tehát ezek az országok a globális gazdasági növekedés haszonélvezőivé váltak. Külső piacokon is képesek voltak terjeszkedni, és ezzel is tudták saját gazdasági növekedésüket táplálni.

A műszaki fejlődésnek a 20. század utolsó évtizedében tapasztalt, itt vázlatosan ismertetett gazdasági hatásai arra ösztönözhetnek, hogy megvizsgáljuk azt is, hogy vajon általános, történelmileg ismétlődő összefüggéssel van-e dolgunk? Vajon, a korábbi műszaki-gazdasági paradigmák időszakai hasonló fejlődési mintát követtek-e? Ha sikerül ismétlődő sajátosságokat találni, akkor lehetőségünk lehet arra, hogy a jelen és a közeljövő várható fejleményeit előre jelezzük. Bemutathatjuk azt is, hogy a felzárkózni kívánó országok hogyan tudnak felszállni a jövőbeli újabb műszaki-gazdasági paradigma vonatára. Ebben a tanulmányban egy erre

irányuló kísérlet eredményeit ismertetjük. Megvizsgáljuk azt is, hogy a műszaki fejlődésben tapasztalható ciklikusság valóban hatással van-e a gazdasági növekedés hosszú távú alakulására.¹

Az evolúciós innovációelmélet a műszaki fejlődés ciklusait a műszaki-gazdasági paradigmák közötti átmenetként értelmezi (Perez, 2002). A paradigmaváltás során kialakuló új műszaki ciklus fejlődését két szakaszra bonthatjuk. A ciklus első felében az egymással versenyző műszaki megoldásokból a piaci folyamatok kiválasztják a leginkább életképes változatokat. Ez a kialakulás fázisa, amely időben átfed a megelőző paradigma végével, hiszen az új megoldások keresése éppen azért válik szükségessé, mert a régi paradigma keretei között a fejlődés (gazdasági növekedés) egyre inkább korlátokba ütközik. Kimerülnek az adott műszaki paradigma fejlődési lehetőségei.²

Az új megoldások kialakulása a műszaki fejlesztési erőfeszítések élénkülésével, új termékek, gyártási technológiák megjelenésével, dinamikus fejlődésével jár együtt. Az egymással versenyző vállalatok elsősorban műszaki megoldásaik tökéletesítésével, újabb innovációkkal próbálnak előnyre szert tenni vetélytársaikkal szemben. A műszaki fejlesztések költségesek, a hozzájuk kapcsolódó bizonytalanság nagy, hiszen gyorsan változó, korszerűsödő termékekről, gyártási eljárásokról van szó. Ráadásul ezeknek a piaci fogadtatása, az alkalmazás, fogyasztás körülményei is kialakulóban vannak csak. A fogyasztási szokások is változásokon mennek keresztül, a piac keresleti oldala is fejlődik, ami további alkalmazkodási igényeket támaszt a gyártókkal szemben. A piac fejlődése maga is költséges folyamat. Az ekkor még viszonylag drága, korai terméktípusokat elsősorban a gazdagabb országok újdonságokat kedvelő, tehetős fogyasztói képesek és hajlandók megvásárolni.

A nagyfokú bizonytalanság miatt az újdonságokkal kísérletező vállalkozók, vállalkozások finanszírozása is kockázatos. Elsősorban fejlett, befektetési célú tőkével bőven ellátott országok képesek megoldani a műszaki ciklus kialakulási fázisának finanszírozási igényeit. Kiemelt szerep jut ebben a kockázati tőkének, amely magas hozamok reményében hajlandó finanszírozni kiemelten kockázatos, innovatív megoldásokkal kísérletező vállalkozásokat. A kockázati tőke legnagyobb koncentrációja az 1980-as évektől kezdve a New York-i tőzsdéről levált, kockázatos befektetésekre szakosodott NASDAQ. Fontos kiemelni, hogy az inno-

¹ A téma részletesebb kifejtésére a Világgazdasági Tudományos Tanács újjáalakuló ülésén elhangzott előadásban került sor 2017. december 14-én. Az előadás alapjául szolgáló, e cikk terjedelménél hosszabb, részletesebb tanulmány az MTA KRTK Világgazdasági Intézet Műhelytanulmányok sorozatának 122. számában olvasható (URL1).

² Ez gyakran azt jelenti, hogy a további fejlődés fizikai törvényekbe ütközik. A repülésben például a belsőégésű motorokkal elérhető csúcsebességet csak teljesen új elven működő hajtóművekkel lehetett tovább növelni. Az 1940-es évekre a négy évtizede alkalmazott technológia fejlődési potenciálja kimerült.

vatív vállalkozások finanszírozása a nagy fokú bizonytalanság és kockázat miatt spekulatív elemeket is tartalmaz.³

A műszaki ciklus kialakulási fázisa fokozatosan alakul át a második szétterjedési fázissá. Ez utóbbi legjellemzőbb folyamata a már műszakilag érett, kifinomult alapterchnológia átvétele a gazdaság egyre szélesedő körében. A műszaki fejlődés tartalma, céljai módosulnak. A szükségleteket kielégítő termékek az uralkodó megoldások megjelenése után már csak kisebb mértékben módosulnak (inkrementális innovációkkal). A hangsúly inkább a gyártási technológiák fejlődésére tevődik át, ahol a termékjellemzők javítása mellett a műszaki fejlesztések, innovációk egyre fontosabb célja a termelési költségek csökkentése. A piaci versenyben már nem új ötletek, új termékek, hanem a megismert, bevált megoldások tulajdonságainak javítása és az árverseny a döntő. A K+F-tevékenység is erre irányul.

A szétterjedés időszakában a szervezeti és társadalmi innovációk is fontos szerepet kapnak. A radikális változások az új megoldások alkalmazásához megfelelő szervezeti megoldásokat, új üzleti konstrukciókat, szerződési formákat, új piacokat indukálnak. Az életmód változása is új üzleti lehetőségeket kínál.⁴ Az új műszaki-gazdasági paradigma szükségleteihez kell alkalmazni a gazdasági és társadalmi intézményeket is. Az új üzleti megoldások, szerződési formák megkövetelik például az ezeket szabályozó jogi keretek megfelelő korszerűsítését, a gazdasági működés különböző felügyeleti szerveinek, intézményeinek az alkalmazkodását. Ezek mind szükségesek ahhoz, hogy az új paradigmában rejlő gazdaságfejlesztő potenciál teljes mértékben kibontakozhasson.

Vizsgálatunk első fontos kérdése ezek után az, hogy e sokrétű változásoknak van-e olyan rendező elvük, sajátos ismérvük, amely az egymást váltó műszaki-gazdasági paradigmák mindegyikében megfigyelhető volt, azokat összehasonlíthatóvá teszi? Carlota Perez (2002) nyomán állíthatjuk, hogy ma már az ötödik műszaki-gazdasági paradigma alakítja környezetünket. Az első a manufaktúraipar kialakulása volt a 18. század második felében. Tehát az öt paradigma mintegy 250 év gazdasági fejlődését írja le. Nyilvánvaló, hogy óriásiak a különbségek, de a gazdaságtörténeti munkák felhasználásával az öt periódus elkülönítése négy fontos ismérv mentén mégis lehetséges.

³ A kockázati tőke működéséről, piacairól magyar nyelven Karsai Judit (2012) írt jó összefoglalót.

⁴ Például a 20. század közepén a motorizáció előrehaladásával a városok szerkezete megváltozott. A városközpontok a munkavégzés helyévé, a város körüli települések alvárosokká váltak. Ennek a folyamatnak nagy hatása volt az építőiparra és a bolti kiskereskedelemre. A ma már megszokottá vált bevásárlóközpontok és diszkontáruház-láncok prototípusa a motorizáció folyamatára adott innovatív válasz volt az 1960-as évek elején. De ezek fejlődésében is kiemelkedő szerepet játszottak a mikroelektronikai alkalmazások, mint például a vonalkód, a műholdas kommunikációs rendszerek vagy a számítógépekkel integrált logisztikai megoldások.

Az első ismérv a paradigmára jellemző új technológia. Mind az öt paradigmának volt olyan technológiai megoldása, amelynek használata forradalmasítani tudta a legkülönbélebb iparágakat, használata általánossá vált minden gazdasági ágazatban. Ez a megoldás vagy az energiatermelés és -átvitel rendszerét, vagy a különféle eszközök, gépek, berendezések, használati tárgyak szerkezeti anyagát vagy ezeknek a működését, gyártását érintette. Másrészt, az alapvető technológia tömeges gyártása és használata feltételezte olyan közös alapanyag, energiahordozó vagy alkatrész létét, amely korlátlanul tűnő mértékben hozzáférhető és olcsó is volt. Harmadszor, az új technológiára épülő gazdasági tevékenység megújította a közlekedés és az információátvitel technológiáját is. Minden paradigmához hozzákapszolható a korra jellemző nagy horderejű infrastruktúra-fejlesztés. Végül, de nem utolsósorban, valamennyi paradigmára jellemző volt, hogy a kialakulás fázisában a finanszírozási konstrukciókban nagy súlyt kapott a kockázati tőke és a spekulatív beruházások. A szétterjedés időszakában viszont alacsonyabb megtérülést, de stabil hozamokat ígérő, „hagyományos” vállalatfinanszírozás került előtérbe.

Ennek az utolsó tényezőnek a műszaki hullámok szakaszolásában is fontos szerepe van. A finanszírozás megváltozása jelöli a műszaki hullám két fázisa közötti átváltást. Tulajdonképpen ez az egyetlen, többé-kevésbé pontosan és az elemzési keretünk logikájához illeszkedően megállapítható időpont. A hullámok elejét és végét szokták bizonyos kulcsfontosságú innovációkhoz, szabadalmi bejelentésekhez kötni. De ezek az időpontok inkább szimbolikusak az innovációk kifejlődésének hosszú időigénye miatt, és a paradigmák időbeli átfedései miatt sem tekinthetők egzakt korszakhatároknak. A műszaki hullám két fázisa közötti átváltás időpontja ennél jobban jelölhető ki, mert pénzügyi válságokhoz, tőzsdei összeomlásokhoz kapcsolható.

Ennek magyarázatát a kialakulási fázisokban előtérbe kerülő kockázati tőkeberuházások és a spekuláció adják. Az új paradigmához kapcsolódó innovatív vállalkozások tőkeszükségleteit egyre több befektető igyekszik kielégíteni. Az új technológiai vállalkozások divatos befektetési célponttá válnak. A felgyorsuló innovációs folyamat a nagy bizonytalanság ellenére potenciálisan minden érintett vállalkozáshoz magas megtérülést biztosíthat. Ezért a tömegesen megjelenő innovatív vállalkozások igényeit meghaladó mértékben áramlik át ebbe a szektorba a befektetésre, magas hozamra számító tőke. Túlkínálat jön létre, az innovatív vállalkozások tulajdonjogát megtestesítő értékpapírokat túlárazzák. Mai pénzügyes szóhasználatul élve „eszközbuborékok” alakulnak ki. A beruházási eufória addig tart, amíg a piacokon a műszaki fejlesztési verseny el nem dől, és ki nem alakul az uralkodó megoldás. Ekkor a versenyképtelenné váló termékeket fejlesztő és gyártó cégek tönkremennek, felszámolják őket, vagy beolvasztják a sikeres vállalatokba. Mindenesetre a pozitív várakozás helyett a pesszimizmus válik uralkodóvá, a befektetői hangulat rendkívül gyorsan megváltozik. Ez a gyors változás

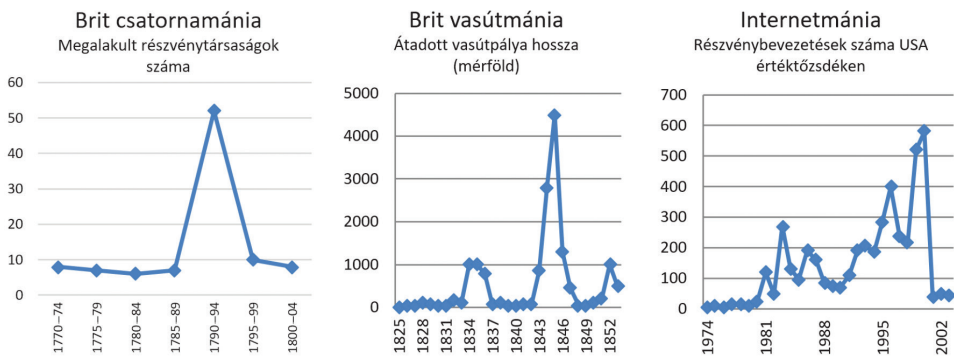
okozza a tőzsdeválságot: a túlárzott papírok értéke töredékére esik a kereslet hirtelen csökkenése miatt, és ez nagyszámú vállalkozást érint. A műszaki ciklusnak ettől a válságtól kezdődik a második szakasza, a szétterülési fázis. Ekkor a piacon megmaradt, versenyben kiválasztott termékeket gyártó cégek terjeszkedését (versenyársak felvásárlását, új üzletágak nyitását) finanszírozzák a tőkepiacok. Ezek a tranzakciók inkább tekinthetők klasszikus befektetési tevékenységnek.

1. táblázat. Az öt műszaki-gazdasági paradigma vezető iparágai, kulcstényezői és új infrastruktúra elemei

	Kulcstényezők Új technológiák és iparágak	Új infrastruktúrák
1. Az első „ipari forradalom” 1770–1820	Olcso vízenergia Gépesített pamutipar Kovácsoltvas gépek	Csatornák és országutak
2. A gőzgép és a vasútépítés kora 1820–1870	Olcso kőszén Gőzgépek Gőzerővel hajtott ipari berendezések Vasérc- és szénbányászat Vasútépítés, vasúti gépgyártás	Vasút Rendszeres postaszolgálat Telegráf Nagy vitorláskikötők
3. Az acél, az elektromosság és a nehézipar kora 1870–1910	Olcso öntöttvas (Bessemer-technológia) Gőzhajózás Nehézvegyipar Városi közművek és tömegközlekedés Elektromos ipar Konzervgyártás Papíripar, nyomdaipar, sajtótermékek	Világkereskedelem gőzhajózással Szuezi-csatorna Transzkontinentális vasutak Nagy acélszerkezetű objektumok építése Telefon Elektromosenergia-szolgáltatás
4. A petrokémia, az autóipar és a tömegtermelés kora 1910–1970	Olcso olaj Tömegtermelés az autóiparban Petrokémia (műanyaggyártás) Belső égésű motorok alkalmazása Elektromos háztartási gépek Mélyhűtött, fagyasztott élelmiszerek	Úthálózat, autópályák, kikötők és repülőterek Üzemanyagtöltő állomások hálózata Általános elektrifikáció Analog távközlési világhálózatok
5. Az információs és telekommunikációs technológiák kora 1970–20??	Olcso 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, e-mail, más e-szolgáltatások Diverzifikált energiatermelés Nagy sebességű, kombinált szállítási rendszerek

(Perez, 2002 alapján saját összeállítás)

Az 1. ábra három műszaki-gazdasági paradigma átfordulási pontjára vonatkozó 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 (Information and Communication Technologies, információ és kommunikációs technológiák) tőzsdei bevezetések éves számának változása írja le. A hullámmás mindhárom esetben jól látható, elsősorban a befektetési láz végét jelentő összeomlás látványos mindhárom esetben.



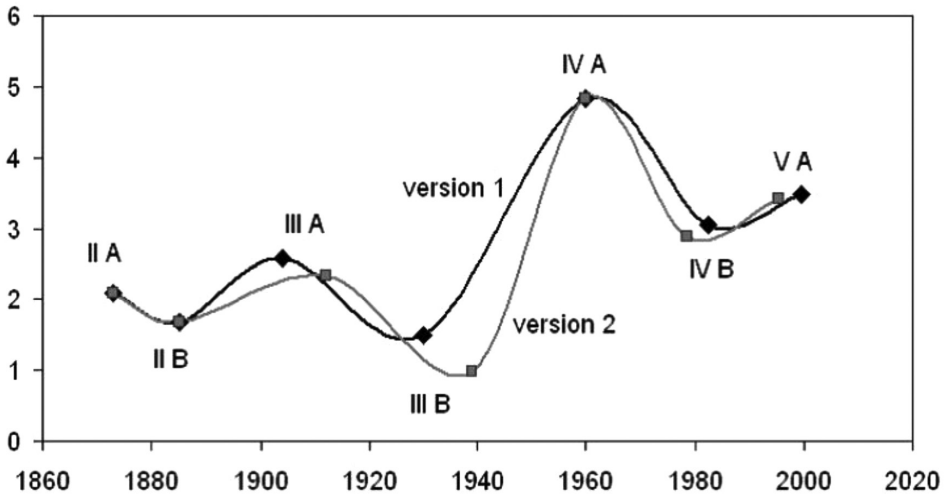
1. ábra. Befektetési buborékok műszaki-gazdasági paradigmák fordulópontjai körül (Perez, 2009 alapján saját összeállítás)

Az eddigiekben összefoglaltuk az evolúciós innovációelmélet legfontosabb állításait az innováció történelmi ciklusairól. A bevezetőben említett gondolatmenet szerint mindennek a gazdaság fejlődésére, egyszerűbben fogalmazva a gazdasági növekedésre is hatása kell hogy legyen. Gyors növekedést kell tapasztalnunk azokban az időszakokban, amikor a gazdaságnak már nemcsak egy új, dinamikus bővülő ágazatát érinti a gyors műszaki fejlődés, de a gazdaság egészét áthatja. Ugyanakkor a szétterjedés fázisának közepén, végén az új műszaki lehetőségek ritkábbakká és kisebb horderejűvé válnak, ezért a gazdasági növekedés lassul.

A hosszú távú ciklusok vizsgálatának egy másik, közgazdász körökben ismert és népszerű ága, Nyikolaj Kondratyev nevéhez fűződik. Kondratyev az 1930-as években végzett megfigyeléseket hosszú távú, történelmi idősorokkal. Azt találta, hogy több mutató, mint például a szénbányászat és acéltermelés, az árnyékvédelem mértéke, a külkereskedelmi forgalom bővülésének üteme vagy a kamatok alakulása időben, hosszabb távon együtt mozognak. Egyszerre nő vagy csökken

a változásuk üteme. E megfigyelései alapján építette fel Kondratyev a hosszú távú növekedési ciklusok elméletét. Eszerint hozzávetőleg ötvenéves periódusokban a világgazdaság hullámzó mozgást végez, gyorsabb és lassúbb fejlődési periódusok váltják egymást ez alatt az idő alatt (Kondratieff, 1935).

Kondratyev követői modern megközelítésekkel dolgoznak, és a gazdasági fejlődés ciklikusságát a gazdasági növekedés bonyolult statisztikai becslési módszerekkel kialakított történelmi idősoraival igyekeznek bemutatni. A világgazdaság és a főbb országsoportok gazdasági növekedési adatait felhasználva átlagos növekedési ütemértékeket számítanak ki. Ezek az átlagértékek húsz-harminc éves periódusokra vetítve lényeges eltéréseket mutatnak, hol magasabbak, hol alacsonyabbak. Ezeknek a húsz-harminc évre kiszámított átlagos növekedési ütemértékeknek az ingadozása fejezi ki a hosszú távú ciklusok felívelő (upswing) és hanyatló (downswing) szakaszait (Korotayev et al., 2012). Ezeknek a szakaszoknak két lehetséges elrendeződését mutatja a 2. ábra.



2. ábra. A világ GDP átlagos növekedési ütemei (%) 1860-tól napjainkig (Korotayev et al., 2012 adatai alapján saját szerkesztés)

Amint azt az ábrán is láthatjuk, a növekedési ütemek átlagának számításakor eltérő értékeket kapunk attól függően, hogy az egyes periódusok kezdő és záró időpontját hogyan választjuk meg. Ezért a hosszú távú Kondratyev-ciklusok időzítése módszertanilag ugyanúgy vitatott, mint ahogyan vitatott a műszaki ciklusok időzítése is. Ezek miatt a viták miatt a műszaki ciklusok egyik vezető szerzője, Carlota Perez vissza is lépett attól a logikus állítástól, hogy a kétféle ciklus között szoros összefüggés és összhang feltételezhető (Perez, 2002). De ez a dilemma

értelmezhető úgy is, hogy a módszertan fejletlensége és pontatlansága miatt az összefüggést egyelőre nem sikerült 100%-os biztonsággal bizonyítani. De a bizonyítékok tökéletlensége, hiánya nem jelentheti az összefüggés létezésének cáfolatát. Így ez továbbra is erős hipotézisként kezelhető, tárgyalható. Ez alapján összehasonlíthatjuk a műszaki ciklus és a Kondratyev-ciklus időtengelyét. A gazdasági növekedés hosszú távú ingadozását a mai számítások szerint a következőképpen lehet ciklusokra bontani:

2. táblázat. Kondratyev-ciklusok szakaszolása és a szakaszokra jellemző növekedési ütemértékek

1820		1875		1913		1973		2007
1800	1850		1894		1946		1991	
I/A	I/B	II/A	II/B	III/A	III/B	IV/A	IV/B	V/A
	2,04%	2,45%	1,68%	2,57%	1,50%	4,84%	3,05%	3,49%

(Korotayev et al., 2012 alapján saját összeállítás)

A műszaki ciklusokhoz hasonlóan a Kondratyev-ciklusok is két fázisra bonthatók. Ha összehasonlítjuk a kétféle ciklus kezdőpontjait és a fázisok közötti átváltás időpontjait, azt találjuk, hogy a két ciklus a várt ütemeltéréssel együtt mozog. Az első Kondratyev-ciklus fellendülő szakasza a 18. század végén, a 19. század elején akkor kezdődik, amikor Nagy-Britanniában a csatornaépítési mania által létrehozott befektetési buborék kipukkan, jelölve ezzel az első műszaki ciklus (első ipari forradalom) szétterjedési fázisának kezdetét. Ehhez hasonlóan a Kondratyev-ciklusok kezdőpontjai a mai ötödik ciklus elindulásáig sorban kapcsolatba hozhatóak a műszaki ciklusok átfordulását kijelölő válságokkal, tőzsdei összeomlásokkal. Ebből a szempontból kivételt képez az ötödik ciklus elindulása, amelyet egyes szerzők 1991-re datálnak (Korotayev et al., 2012). De a világ GDP 1991 utáni növekedési ütemtöbblete minimális, és kimutatható, hogy az Kína és India rekord növekedésének volt köszönhető, miközben a fejlett világ továbbra is alacsony növekedést produkált. Ezért a negyedik ciklus hanyatló szakaszát meg lehet toldani 2001-ig vagy 2007-ig. Ebben az esetben összhangba kerülne a műszaki ciklussal, amelynek fordulópontja a 2001-es dot-com válság.

A 2000-es évek fontos eseménye volt a 2008/9-es világgazdasági válság, amelynek hatásai a mai napig érzékelhetők. Felvetődik, hogy a műszaki fejlődés és gazdasági növekedés összefüggésében magyarázható-e ez a válság? Úgy vélem, hogy ennek a válságnak az okai csak közvetve kapcsolódnak az eddigiekben kifejtett összefüggésekhez. Kulcs lehet ennek megértésében a műszaki ciklusok

két szakasza között fellépő változás a befektetési magatartásban. A kialakulási fázisban aktív kockázati tőke érdeklődése a technológiaintenzív, magas kockázatú, erősen spekulatív beruházásoktól átfordul az alacsonyabb, de megbízhatóbb megtérülést biztosító, hagyományos tevékenységek finanszírozása felé. A korábbi ciklusokban gazdaságpolitikai döntések is segítettek kikényszeríteni az áttérést. 2001 után ez a folyamat nem indult el. A tőkepiacokon új, most már nem technológiaintenzív, de nem kevésbé kockázatos spekulációs célpontok bukkantak fel. A pénzügyi innovációk, elsősorban az úgynevezett strukturált értékpapírok szintén magas hozamot, gyors megtérülést kínáltak, így a technológiai cégek piacáról kivonuló befektetési tőke nem a hagyományos gazdaságfinanszírozásba, hanem másfajta spekulatív befektetésekbe áramlott át. Ezt a folyamatot nem gátolta a korábbi gyakorlathoz hasonló erőteljes gazdaságpolitikai kényszer. Ellenkezőleg, a tőkepiacok szabályozása esetenként inkább lazult.⁵

Az ismertetett módosításokkal és korlátokkal úgy tűnik, hogy a kétféle ciklus együttmozgása a legutóbbi évtizedekig nyomon követhető. Eszerint napjainkban az ötödik műszaki ciklus szétterjedési fázisában vagyunk. Ebből következik, hogy most indul el az ötödik Kondratyev-ciklus fellendülési szakasza. Ezt most már alátámasztják a fejlett országok növekedési adatai is. Nagy kérdés ugyanakkor, hogy az élénkülő gazdasági növekedés milyen mértékű és irányú eltolódást okoz a gazdasági erőviszonyokban. Minden jel szerint a ciklus fő nyertese Kína és potenciálisan India. Mindkét ország erőteljesen terjeszkedik a világgazdaságban, Kína ezt a folyamatot komoly gazdaságdiplomáciai eszköztárral támogatja. A kínai expanzió egyébként legalább részben megoldhatja a tőkék reálgazdaság felé történő átirányítását is. A kínai közvetlen külföldi befektetések a feldolgozóiparba, külföldi infrastruktúra-fejlesztésbe áramlanak, és segítenek lekötni a reálgazdaságban az eddig túlárazott kínai építőipari programokba irányult befektetéseket.

A reálgazdasági alapok erősítése ugyanakkor világszerte előtérbe került 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 észszerű fejlesztési célként, legkevésbé az Egyesült Államokban. Egyértelmű, hogy előbb az 5. elektronikai paradigma kifutását kell támogatni, majd pedig a 6. paradigma előfutáiraiként megjelenő új műszaki ismeretek generálását, az ezekre épülő innovációkat. Ezek az új irányok egyelőre még nem láthatóak. Az elekt-

⁵ Például az 1933-as Glass–Steagall-törvény visszavonása az USA-ban 1999-ben éppen az előző tőzsdeválság hatására létrehozott törvényi biztosítékot szüntette meg, lehetővé téve az új típusú magas kockázatú értékpapírokba való tőkeátáramlást.

ronikai alkalmazások egyre szélesedő köre annál inkább. A 2000-es években megszületett Ipar 4.0 (vagy 4. ipari forradalom) koncepció éppen ezt célozza. Ez mindenesetre biztató jel: a kormányzati törekvéseknek ez a része a technológiai ciklus továbbvitelére irányul. 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 fázisával, 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 tudástartalma.

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 ezen információk alapján egyedileg tervezik meg (egyedi tömegtermelés – mass customization). Magától értetődően a gyártási folyamat és az értékesítés is a számítógéppel integrált rendszer támogatásával zajlik. 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 moduláris gyártás révén a termelési fázisokat szétválasztja, és azokat nemcsak időben, de térben is rugalmasan tudja mozgatni. Ez a fajta termelésszervezés 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 alkalmazásnak van valamiféle digitalizált működési algoritmus. Sok esetben csatolnak 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 adattállományok céges felhasználása elsősorban a piaci igények jobb megismerésére, a piaci rések feltérképezésére és az értékesítési folyamat alátámasztására irányul. Az adatfelhő alkalmas arra is, hogy segítségével 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 információforrása. Az adatfelhő elemzéséhez használt szoftveralkalmazások a legfontosabb technológiák. Az elemzéshez, az információk szűréséhez, rendszerezéséhez szükséges szakismeret, a „Tudni hol?” tudása a legfontosabb emberi tudás (Szanyi, 2006). Hasonlóan fontos szerepet fognak betölteni az adatbázisok hasznosításában a mélytanulásra alkalmas számítógépek, a mesterséges intelligencia. Ennek már mai alkalmazásai is alkalmasak egyedi, az emberi elemző képességekkel nem feltárható, újszerű összefüggések kimutatására.

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 egybevetve 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-koncepció 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 legkülönfélébb piaci szegmensekben. A piacok nagy fokú szegmentációja miatt általában véve várható a kisvállalkozások szerepének növekedése például a személyi szolgáltatások piacain. Az internet tehát a jövőben másként fogja segíteni az innovatív kisvállalkozások piacra lépését, mint az 1980–90-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, értékesítési csatorna játszik majd szerepet a legkülönbözőbb 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.

IRODALOM

- Abernathy, W. J. – Utterback, J. (1978): Patterns of Industrial Innovation. *Technology Review*, 80, 7, 40–47. http://www.academia.edu/23341473/Patterns_of_Industrial_Innovation
- 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. DOI: 10.1016/0048-7333(82)90016-6, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.319.868&rep=rep1&type=pdf>
- 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. DOI: 10.1093/oxfordjournals.cje.a035286
- Karsai J. (2012): *A kapitalizmus új királyai. Kockázati tőke Magyarországon és a közép-kelet-európai régióban*. Budapest: Közgazdasági Szemle Alapítvány, DOI: 10.26447/KARSAI.2012, <http://real.mtak.hu/55647/>
- Kondratieff, N. D. (1935): The Long Waves in Economic Life. *The Review of Economic Statistics*, 17, 6, 105–115. DOI: 10.2307/1928486, https://www.jstor.org/stable/1928486?seq=1#page_scan_tab_contents
- Korotayev, A. V. – Grinin, L. E. – Tausch, A. (2012): Kondratieff Waves in the World System Perspective. In: Grinin, L. E. – Devezas, T. – Korotayev, A. V.: *Kondratieff Waves. Dimensions and Prospects at the Dawn of the 21st Century*. Russian Academy of Sciences Volgograd Center for Social Research, 23–64. DOI: 10.1007/978-3-319-41262-7_2, https://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783319412603-cl.pdf?SGWID=0-0-45-1592384-p180080355
- Nelson, R. R. – Winter, S. G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge–London: Harvard University Press, http://inctpped.ie.ufrj.br/spiderweb/pdf_2/Dosi_1_An_evolutionary-theory-of_economic_change..pdf

- Perez, C. (2002): *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Elgar
- Perez, C. (2009): *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, http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/C.PEREZ_CJE_Double-Bubble_WP%20CERF%20No%2031.pdf
- Schumpeter, J. A. (1980): *A gazdasági fejlődés elmélete: Vizsgálódás a vállalkozói profitról, a tőkéről, a hitelről, a kamatról és a konjunktúraciklusról*. Budapest: KJK
- Szabó K. (1998): Üzleti hálózat – a társaságok 21. századi architektúrája. *Társadalmi Szemle*, 53, 5, 21–34.
- Szanyi M. (2006): Foglalkoztatás a tudásalapú társadalomban. *Külgazdaság*, 50, 12, 26–46. http://kopintalapitvany.hu/download/Szanyi_M.pdf
- URL1: http://www.vki.hu/news/news_1171.html