

Kovács György

Innováció, technológiai változás, társadalom: újabb elméleti perspektívák

University of Helsinki, Department of Social Policy
F-00014 Helsinki, Snellmaninkatu 10.; e-mail: gykovacs@mappi.helsinki.fi

Bevezetés

Tanulmányom célja az innovációs folyamat menetének és szakaszainak elméleti rekonstrukciója a J.A. Schumpeter innovációelméletéből kiinduló modern kutatások néhány fontos eredményére támaszkodva. Az 1. fejezetben tézisszerűen összefoglalom az innovációs folyamat schumpeteri ábrázolásának legfontosabb megállapításait. A 2. fejezetben az újabb szakirodalom alapján áttekintem Schumpeter elméleti megközelítéséhez kapcsolódó fontosabb kritikákat és kiegészítéseket. Megvizsgálom, hogyan módosítható ezek figyelembevételével az innováció folyamatának schumpeteri leírása. A 3. fejezetben kísérletet teszek az innováció folyamatmodelljének továbbfejlesztésére az innovációs folyamat lehetséges útjainak rekonstrukciójával. Végül a 4. fejezetben röviden kitérek arra, hogy miben áll a nagyléptékű technológiai átalakulások jelentősége a mai gazdaság- és társadalompolitikai gyakorlat számára.

Az innovációs folyamat schumpeteri koncepciójáról

J.A. Schumpeter (1883–1950) már évtizedek óta az innováció-kutatás és a konjunktúra-elmélet egyik klasszikusának számít. Aligha létezik olyan közgazdász, aki mélyebben befolyásolta volna a technológiai-gazdasági változások folyamatának és az innovációk társadalmi hatásainak kutatását. Művei további elemzések hosszú sorának szolgáltak kiindulópontul. Azok a radikális technikai változások (az informatikai forradalom és az ún. tudásalapú vagy információs társadalom alapvonalaival kialakulása), melyek a 20. század végén a világ gazdaság szerkezetének átforgatására vezettek és ezzel összefüggésben mély és sokszor fájdalmas globális társadalmi változásokat is előidéztek, újra ráirányították a figyelmet Schumpeter műveire. Úgy tűnik, az általa megalkotott fogalmi keretek-elméleti megközelítések felhasználásával és továbbfejlesztésével a jelenkori globális technológiai és társadalmi átalakulások számos vonatkozása jól értelmezhető. Ugyanakkor Schumpeter kérdésfelvetései és elméleti megközelítései inspirálóak a gazdaság- és társadalomtörténeti változások (az egymást többé-kevésbé periodikusan követő „ipari forradalmak” és társadalmi következményeik) megértése szempontjából is. Schumpeter innováció-elméletében a közgazdasági és szociológiai szempontok egyaránt jelen vannak; a gazdasági és technológiai változásokat szociológiai összefüggésben és történeti perspektívában elemezte megmutatva a gazdaságtan, a szociológia és a történeti kutatás együttműködésének lehető-

ségét és szükségességét is. Ez a megközelítés talán soha nem volt időszerűbb, mint az utóbbi évtizedekben – ebből is adódik Schumpeter kivételes jelenkori népszerűsége.¹

Az innováció jelentéséről

Schumpeter az innovációt új kombinációk gyakorlati megvalósításaként határozza meg. Új kombinációk létrehozása mindenekelőtt a gazdaságban és a társadalomban meglévő energiák, eszközök és tudásbázis újfajta egyesítését-egymáshoz rendelését jelenti: a gazdaság meglévő termelőeszköz-állományának, kapacitásainak és a jelenlévő emberi képességeknek új módon, a megszokottól eltérő célokra történő alkalmazását. Ez a következő öt esetet foglalja magában:

1. Új javak, termékek, szolgáltatások bevezetése a gazdasági újratermelés folyamatába.
2. Új termelési vagy kereskedelmi eljárások alkalmazása.
3. Új piacok, termék-kihelyezési lehetőségek megnyitása.
4. Nyers- és alapanyagok új beszerzési forrásainak feltárása.
5. Új szervezet létrehozása: például monopóliumhelyzet teremtése vagy annak megszüntetése.

A sikeres innováció megvalósítása rendszerint együtt jár új berendezések létrehozásával (az innováció materiális megtestesülése), új szervezetek létrehozásával (az innováció intézményi megtestesülése) és új vállalkozói csoportok gazdasági és társadalmi vezető szerepre emelkedésével (Schumpeter 1911: 100–103; 140–141; 1939: 93–96).

A szakirodalomban az innováció fogalmát gyakran, de némileg pontatlanul kétféle értelemben használják: egyrészt egy idea első gyakorlati alkalmazását nevezik innovációnak; másrészt, szélesebb értelemben, az újítás folyamatának valamennyi lényeges aspektusát és fázisát értik rajta, egy új idea megfogalmazásától- felfedezésétől egészen annak általános elfogadásáig és konkrét társadalmi-gazdasági hatóerővé válásáig. E kettősség bizonyos értelemben már Schumpeter műveiben is jelen van: az innováció (Neuerung) és a gazdasági fejlődés (wirtschaftlichen Entwicklung) fogalmát váltakozva használta. Jelen tanulmányban a terminológiai pontosság kedvéért e két jelentést különválasztom és két külön kifejezéssel jelölöm: „innovációs folyamat” alatt a társadalmi-gazdasági tevékenységek olyan széles körét értem, amely az idea-generálástól az ötlet első megvalósításán át annak sokoldalú és széleskörű gyakorlati alkalmazásáig terjed; ugyanakkor „innovációs cselekedetnek/aktusnak” vagy egyszerűbben „innovációnak” egy ötlet elsőként történő gyakorlati alkalmazását nevezzük.

¹ Schumpeter elgondolásait az innovációkról, a technológiai változásokról és ezek szociológiai vonatkozásairól a legteljesebben három könyvben foglalta össze: az 1911-ben írott *Gazdasági fejlődés elmélete* [Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung], az 1939-ben megjelent kétkötetes *Üzleti ciklusok* [Business Cycles] és az 1943-ban publikált *Kapitalizmus, szocializmus és demokrácia* [Capitalism, Socialism and Democracy] című művekben. Mindegyik számos későbbi kiadást ért meg, s több nyelvre is lefordították őket. Schumpeter munkásságával és téziseivel nagyon gazdag irodalom foglalkozik, amely különösen bőségesé vált az utóbbi másfél évtizedben. A legfontosabb kritikai elemzéseket, amelyeket 1990-ig írtak, J.C. Wood gyűjtötte össze és 4 kötetben publikálta (1991). H. Hanusch az újabb Schumpeter-irodalomból készített válogatást két kötetben (1999). Margaret Brouwer (1991) és Tom Bottomore (1992) monográfiái átfogó áttekintést adnak Schumpeter gazdaság és társadalomelméleti nézeteiről. R.L. Allen kiváló és részletes biográfiája Schumpeterről 1991-ben jelent meg. Legújabbban A. Grübler (1998), W. Ruttan (2001), N. Rosenberg (2000) és Freeman-Louca (2001) publikáltak Schumpeter innovációelméletéhez szorosan kapcsolódó és részben azt vitató elemzéseket.

Az innovációs folyamat menete és szakaszai

A sikeres innovációs folyamatot általában az invenció, innováció és diffúzió (széleskörű elterjedés) egymást követő fázisaiként írják le. Az invenciót idea-generálási folyamatként határozzák meg, amely a tanulás különböző formáit is tartalmazza. Az innováció egy még ki-nem-próbált ötlet gyakorlati megvalósítása, s ezáltal kivitelezhetőségének első demonstrációja. A diffúzió pedig egy innováció széleskörű és sokrétű alkalmazása az adott társadalmi-gazdasági rendszerben.² Az innovációs folyamat felosztása az invenció, innováció és diffúzió szakaszaira már Schumpeter munkáiban is megtalálható, s aligha tekinthető Schumpeter önálló felfedezésének. Az innovációs folyamat schumpeteri ábrázolásának eredetisége abban áll, hogy éles határvonalat húz a feltalálás (invenció) és az innováció (az újítás első gyakorlati megvalósítása) közé azzal, hogy a vállalkozónak az innovációs folyamatban betöltött egyedi és kivételes szerepét kihangsúlyozza; miközben, másfelől, nem tesz hasonlóan éles különbséget az innováció és a széleskörű alkalmazás között, mivel szerinte a később jövők szinte automatikusan követik az újítások első alkalmazóit.³

A schumpeteri innováció-modell egyik központi gondolatát képezi az a felismerés, hogy a társadalmi-gazdasági cselekvés aktorai nem egyenlő sebességgel valósítják meg és veszik át az újításokat. Ellenkezőleg: az egyes társadalmi-gazdasági szereplők lényegesen különböznek abban, hogy milyen gyorsan képesek adaptálni az innovációkat. Az innovációkat általában a társadalmi-gazdasági szereplők egy kisebbsége, az ún. „úttörő” vagy „avant-garde” csoportok kezdeményezik, amelyek, miközben a legtöbbet kockáztatják, az újításokból származó profitok és előnyök oroszlánrészére is számot tarthatnak. Őket követi, mintegy rajzásszerűen, az első alkalmazóknak az áttörést megvalósítóknál már nagyobb de az összes potenciális alkalmazóhoz képest még mindig viszonylag kicsiny csoportja, majd pedig az ún. korai és kései alkalmazók (early and late adopters) jóval nagyobb létszámú csapata, amelyek végső soron az újítások átvevőinek és alkalmazóinak zömét, többségét teszik ki. Végül pedig a „lemaradók” vagy utolsó alkalmazók („laggers”) alkotják az innováció elterjedésének legutolsó csoportját – e csoport nagysága a korai és későbbi alkalmazóknál rendszerint kisebb. Ebben az egyszerű modellben tehát az innovációk terjedése az *eredeti újítók – első adaptálók – korai és későbbi alkalmazók – lemaradók* szekvenciával írható le.

Ennek megfelelően az innováció terjedését egy adott populációban egy ún. szigmoid vagy logisztikus görbével ábrázolhatjuk: életciklusa kezdetén egy innováció terjedése rendkívül alacsony, nullához közeli elterjedtségi szintről indul. (Az innováció elterjedésének mértékét a tényleges alkalmazóknak a potenciális átvevőkhöz viszonyított aránya fejezi ki egy meghatározott időpillanatban). Terjedésének korai időszakában egy sikeres innováció átvételének-alkalmazásának rátája közel exponenciális. Egy ún. inflekciós pont elérése után a terjedés sebessége fokozatosan lassul. Végül az innováció terjedése eléri egy adott társadalomban lehetséges maximumát az ún. „telítődési vagy szaturációs szintet”.⁴

2 Az innovációs folyamat alapfogalmairól ld.: Grübler 1998; Havas 1998; Huber 2001, 117; Ruttan 2001.

3 Schumpeter 1935: 6; Schumpeter jelentőségéről az innováció-kutatásban magyar nyelven ld.: Madarász 1980; Havas 1998: 36–37.

A schumpeteri innovációfelfogás fő tézisei és kritikus problémái

Az innovációelmélet jelenkori kutatói széleskörű egyetértésben használják Schumpeter elméleti munkáit kiindulópontként. De egyetértenek abban is, hogy elgondolásai számos lényeges ponton kiegészítésre, finomításra és alapos továbbgondolásra szorulnak. Az ortodox schumpeteri megközelítésmód leginkább vitatott állításait és feltételezéseit a következő tézisekben foglalhatjuk össze (az állítások egy része explicit, más része implicit módon van jelen írásaiban):

1. Az innovációs folyamat ugyanazt a modellt követi minden egyes esetben és nincs más (alternatív) modell.

2. A feltalálás és ötlet-generálás (invenció) a gazdaság változásának szempontjából exogén, és ezért nem központi jelentőségű folyamat, amely automatikusan és szinte állandó ütemben szolgáltatja az új ideákat és találmányokat. Ennek azonban önmagában kevés köze van a találmányok gyakorlati alkalmazásához, vagyis az innovációhoz. Ezt a nézőpontot Schumpeter különösen korábbi munkáiban képviselte. *Capitalism, Socialism and Democracy* (1943) című művében már ettől különböző álláspontot foglalt el, azt hangoztatva, hogy a nyugati világ történetében a tudomány és a technika rendkívüli teljesítményei döntő mértékben a kapitalizmus ösztönző mechanizmusainak és a vele összefüggő burzsoá kultúra hatásainak tulajdoníthatók. Ennek alapján kijelenthető, hogy Schumpeter későbbi munkáiban a tudomány és technológia fejlődését a kapitalista rendszer endogén részének tekinti (Schumpeter: 1943: 125–126; Rosenberg 2000: 11–12).

3. Az innováció aktusa a központi momentum az innovációs folyamatban; az invenció és diffúzió az innovációs folyamat gazdasági elemzésében alárendelt vagy kiegészítő elemek.

4. Schumpeter nem tulajdonít különösebb jelentőséget az innovációk első alkalmazása után bekövetkező tanulási és fejlesztési folyamatnak, melynek eredményeként pedig az új termék vagy szolgáltatás minősége számos esetben lényegesen változik, sokszor nagyságrendekkel is javul. Ez impliciten azt a (legtöbb esetben irreális) feltételezést foglalja magában, hogy az innovációkat már első megvalósulásukkor is szinte végleges formájukban realizálják, lényeges változtatásokat a diffúzió során már nem hajtanak végre rajtuk.

5. A vállalkozó központi szerepet játszik az innovációs folyamatban azáltal, hogy felismeri az adódó technológiai-üzleti lehetőségeket, leküzdi a társadalmi ellenállást, és technikailag-szervezetileg megvalósítja az új kombinációt. A vállalkozói funkció általában kivételes képességekkel és energiával rendelkező személyek tevékenységében testesül meg. Schumpetert többen is bírálták a kiemelkedő egyéniségek szerepének e túlhangsúlyozása miatt.

6. Az invenció és innováció szakaszai között létezik szelekciós folyamat, de semmilyen szelekciós folyamat nincs az innováció és diffúzió szakaszai között.

7. Egy innováció első sikeres megvalósulását annak diffúzója szinte azonnal és automatikusan követi.

4 Schumpeter 1939: 99; Huber 2001: 116, 118; Brouwer 1991: 55; Ruttan 2001: 150, 5.1. ábra; Grübler, 1998.

8. A schumpeteri innovációs modellben nincs visszacsatolás a diffúziótól a tanulási folyamatokon keresztül az ötletgenerálásig és az innovatív tevékenységig.

9. A diffúziós folyamat szubsztitútív jellegű: az új technológia általában kiszorítja a régit.

Mostanra mind az innovációs folyamat leírása az invenció-innováció-diffúzió egymást követő szakaszaiként, mind pedig az innováció egy adott társadalomban/populációban való elterjedésének logisztikus modellje viszonylag széles körben ismertté vált: olyan különböző tudományterületeken alkalmazzák ezeket, mint a technológia-kutatás, kulturális antropológia vagy például a társadalmi mozgalmak kutatása. Természetesen az utóbbi évtizedek során ezeket az elgondolásokat több alkalommal is kritizálták, módosították, finomították. Ennek eredményeként alkalmazhatóságuk jelentős mértékben növekedett. E módosítások legfőbb eredménye azonban az innovációs folyamat lineáris-determinisztikus modelljének a feladása volt, illetve annak felismerése, hogy az innovációs folyamat inherens módon magában foglalja az innováció kimenetelére, mellékhatásaira és alkalmazásának-elterjedésének időkereteire vonatkozó bizonytalanságot, s ez a bizonytalanság szükségszerűen következik az innovációs folyamat evolúciós jellegéből.

Az innovációs folyamat schumpeteri elméletének percepciója és kritikája a modern kutatásban

A következőkben, az előző fejezetben felsorolt téziseket alapul véve áttekintést adok az innovációs folyamat schumpeteri koncepciójának modern kritikájáról és az ebből kibontakozó új innováció-értelmezésről az újabb kutatás néhány jelentősebb képviselőjének munkáit felhasználva.

Az innovációs folyamat újrafogalmazása a szociológiai technikakutatásban és e vállalkozás problémái

A szociológiai-institucionalista technológiakutatás az innovációs folyamatot heterogén elemek egymáshoz illesztéseként, rendszerré szervezéseként írja le. E heterogén elemek lehetnek különböző, eddig más társadalmi-gazdasági funkciót betöltő technikai eszközök, berendezések, szervezeti megoldások, kognitív struktúrák, és különböző képzettségű emberek. Az innovációs folyamat során az újító vállalkozók e különálló tényezőket egységes, egymás működését segítő-erősítő összetevőkből álló technikai rendszerré alakítják. E folyamatot Hughes „rendszerépítésnek” (systems-building), Law pedig „heterogén elemek összerendezésének” (heterogenous engineering) nevezi (Hughes 1987, 1994; Law 1987). A tevékenység eredménye az új technológia, melynek új funkciót nyert alkotóelemei többé-kevésbé hézagmentesen illeszkednek egymáshoz mintegy „varrat nélküli szövédéket” (seamless web ld. Hughes 1983, 1987, 1994), vagy önálló Aktor-Hálózatot (Callon 1987) alkotva.

Az innovációs folyamat során az újítóknak nemcsak technológiai, hanem szervezési, gazdasági-financiális, kognitív és intézményi-jogi problémákkal is meg kell küzdeniük. A sikeres innovációs folyamat magát e különféle akadályokon való áttörés

képezi. A vállalkozó számos esetben s jellemző módon a különböző tevékenységi körök mesterségesen meghúzott határain átlépve, gyakorló mérnök, kutató-tudós, gyakorlati szociológus-politikus és elemző közgazdász is egyben, azaz gyakorlati tevékenysége során e szerepekre jellemző viselkedések sajátos kombinációját valósítja meg, illetve kényszerül megvalósítani (Hughes 1983, 1987; Callon 1987, Law 1987, Leskinen 2000).

Az újítóknak meg kell győzniük társadalmi környezetüket az innováció hasznosságáról, szükségességéről. Támogatókat kell gyűjteniük, akik koalíciót alkotva elképzeléseik megvalósítását segítik. Ugyanakkor az ellenállás különböző formáinak semlegesítésével meg kell küzdeniük azokkal, akik az innovációk bevezetését ellenzik (Laurila 2000; Peltola 2001).

E szerzők tehát lényegében Schumpeter új kombinációkra vonatkozó elgondolásait fogalmazzák újra és finomítják, anélkül, hogy munkáira közvetlenül hivatkoznának. A technológiakutatás ezen újabb fejleményei nagy mértékben összeegyeztethetők Schumpeter korábban megfogalmazott nézeteivel; pontosabban kifejtik, hangsúlyosabbakká teszik azokat s mindeneelőtt jóval szélesebb empirikus anyagon mutatják be e tényezők működését és hatásait. Ezáltal az addig csak legfeljebb embrionális állapotban levő hipotéziseket határozott, konkrét szociológiai-társadalomtörténeti vizsgálatokkal alátámasztott kutatási irányná tették.

Az innováció fogalmával kapcsolatosan azonban maradtak nyitott kérdések is. Az első igen fontos kérdés az, hogy használhatjuk-e egyáltalán az innováció kifejezést? Az innováció fogalmához általában a hatékonyságnövekedés, új lehetőségek feltárulása vagy lényegesnek érzett társadalmi problémák „megoldása” vagyis végső soron a „hasznosságnövekedés”, „javulás”, „jobbítás” képze asszociálódik. Azonban nyilvánvaló, hogy egyes társadalmi csoportok különböző kérdéseket érezhetnek problémának, lehetőségnek és hatékonyságnövekedésnek, sikernek vagy kudarcnak, kívánatos vagy nemkívánatos változásnak. A társadalmi problémák és értékelésük ilyen értelemben maguk is szociális konstrukciók, definíciójuk nem független a szemlélő konkrét (társadalmi) helyzetétől. Hol van tehát az a biztos viszonyítási pont melynek segítségével egy bizonyos társadalmi, társadalomtörténeti vagy technikai változást az innováció státusába emelhetünk? A társadalmi szereplők saját definícióit és értékelését kell-e figyelembe venni vagy létezik-e olyan a társadalmi szereplőktől független érték-skála, mely a változások „hasznosságának” zsinórmértékéül szolgálhat? A problémát nem oldja meg az sem, ha lemondunk az innováció fogalmának használatáról és helyette a semlegesebb „változás” kifejezést használjuk. Hogyan tudnánk ez esetben fogalmilag különbséget tenni, például az orvosi diagnosztikában bekövetkező technikai változás (mely milliókat menthet meg a megbetegedéstől) és pl. egy szinte természeti katasztrófával felérő üzemi baleset és ezek társadalmi következményeik között, ha mindkettőt következetesen a „technikai változás” kifejezéssel jelölnénk?

Másodszor, a szociológia és a közgazdaságtan részben eltérő dolgokat ért az innováció fogalmán; a szociológia innováció-fogalmához jóval hangsúlyosabban kapcsolódnak az életmódban, mentalításban, az intézmény- és jogrendszerben, a szervezetekben és a társadalomszerkezetben bekövetkező változások. Ezek egy része a közgazdasági innováció fogalmába is beletartozik más része azonban nem, noha összefügg vele. Ezen túlmenően az innovációval összefüggő, de nem teljesen

azonos fogalom a „társadalmi változás” szociológiai koncepciója (Vago 1996). Tisztázásra szorul tehát, hogyan függ össze egymással az innováció közgazdasági és szociológiai meghatározása és mi ezek viszonya a „társadalmi változás” jelentéseihez és folyamataihoz.

Harmadszor, az innováció fogalmának használatakor gyakran nem tisztázott, hogy egy új jelenség első megjelenését vagy uralkodóvá válását értik-e rajta, vagy mindkettőt? A probléma abból adódik, hogy ebből a szempontból valójában két külön innováció-típus létezik. Az egyikben az innováció és a diffúzió mozzanata egybeesik. Megközelítőleg ilyenek lehetnek az intézményekben bekövetkező olyan változások, melyek nagyon rövid idő alatt, gyakorlatilag szinkronban valósulnak meg az elemzés egységének minden részében; pl. a választási rendszer megváltoztatása egy törvényhozási aktus következményeként egy ország egész területén egy időben megy végbe. A másik esetben az innováció első bevezetésének és uralkodóvá válásának széleskörű elterjedésének mozzanatai világosan elválaszthatók, mivel a széles körű elterjedés hosszabb időt igényel. Ilyenek általában a tőke- és időigényes infrastrukturális változások (pl. a vasúti szállítás jelentőségének fokozatos növekedése a 19. század második felében); de ilyen lehet a mentalitás és életmód megváltozása is. Ez utóbbi esetekben az újítás első megjelenése és egy bizonyos területen vagy népességben történő meghatározóvá válása között évtizedek telhetnek el. Ekkor merül fel a probléma, hogy az első megjelenést vagy a meghatározóvá válást kell-e innovációnak nevezni. A válasz a viszonyítási kerettől függ. Ha az elemzés egységül azt a jelenséget választjuk, amelyben az újítás megtestesül, első megjelenését nevezhetjük innovációnak és elterjedését diffúzióknak a szokásos közgazdasági fogalomhasználat szerint. Ha azonban „makro-szociológiai” nézőpontot foglalunk el, azaz elemzési egységül egy adott ágazatban, területen, népességben vagy a társadalmi újratermelés rendszerében bekövetkező változásokat választjuk, innovációnak azt az átalakulást kell neveznünk, amikor az elemzési egységünkre jellemző sajátosságok valamelyike döntően megváltozik. Ez pedig akkor következik be, amikor a korábban kialakuló újítások egyike az elemzési egységen belül meghatározó szerepre jut, ezáltal az elemzési egység valamely sajátosságát vagy viselkedését lényegesen átformálva. A vasút példájánál maradva ez azt jelenti, hogy technikátörténeti szempontból az innováció az első vasútvonal létesítését jelöli Angliában; ugyanakkor általános gazdaságtörténeti szempontból a gyökeres átalakulás ahhoz az időszakhoz kapcsolódik, amikor a vasúti szállítás vált az adott területen dominánssá, megelőzve mind a közúti, mind pedig a csatornákon át lebonyolított fuvarozást. Az innováció kétféle felfogása közötti látszólagos ellentmondás feloldható, ha tudatosítjuk az elemzési egységek közötti különbséget. Számos innováció-kutató tudatában is van ennek a problémának, és kifejezetten felhívja a figyelmet arra, hogy a nagyléptékű gazdasági és társadalmi átalakulások az újítások közgazdasági-technikátörténeti értelemben vett diffúziójához kapcsolódnak (Grübler 1998).

Az innovációs folyamat lineáris modelljének bírálata

Az innovációs folyamat lineáris modellje közvetett módon azt sugallja, hogy a technológiai fejlődés teleologikus és determinisztikus pályát követ, amelynek nincsenek al-

ternatívái. A technológia jelenlegi szintje és formája a megelőző technikai fejlődés logikus végeredményének és céljának tűnik, a technika jelenkori állapotához vezető fejlődés pedig a változás egyedül lehetséges útjának. Emiatt a lineáris modellt bíráló evolúciós és szociál-konstruktivista irányzatok a technikai változás egymást követő fázisokra (invenció-innováció-diffúzió) való felosztását is mesterkéltnek tartják és elvetik. Így tehát az innovációs folyamat lineáris modelljét a kutatás szociál-konstruktivista és evolúciós irányzatai nem fogadják el. Ehelyett azt a véleményt képviselik, hogy a technikai változás nem-determinisztikus és multi-direkcionális folyamatként ábrázolható. A különböző (alternatív) fejlesztési irányok kialakítása és azok szelekciója az adott innováció szempontjából releváns csoportok közötti kölcsönhatások eredményeként valósul meg. Ebben az értelemben állítható az, hogy kulturális és társadalmi tényezők alakítják-formálják a technikai változás folyamatát (Bijker et al. 1987: 13; Pinch–Bijker 1987: 22, 47).

Az innováció lineáris modelljének elutasítása azonban nem jelenti szükségszerűen azt, hogy a sikeres innovációk esetében az invenció-innováció-diffúzió fázisai között ne tehetnénk különbséget, hiszen ezek számos vonásukban egymástól eltérő jellegű tevékenységek és folyamatok. Annak elfogadása, hogy nem következnek szükségszerűen egymásra, hogy alá vannak vetve a társadalmi szelekció formáló erőinek, hogy közējük a fejlesztés további fázisai is beékelődhetnek, illetve, hogy a szekvencia későbbi fázisaitól visszacsatolások épülhetnek ki a korábbi fázisokhoz, nem érvényteleníti e folyamatok megkülönböztetését, hanem éppen az eredeti lineáris modell multi-direkcionálissá tételét és egy használhatóbb elméleti-interpretációs keret kialakítását szolgálja. Ezen kívül Schumpeter nem állítható be a lineáris innováció-modell képviselőjének, hiszen maga is felismerte a társadalmi szelekció létét és jelentőségét, mint olyan tényezőét, ami a vállalkozói tevékenység sikerességét döntően befolyásolja.

Az innováció elsődleges fontossága és a vállalkozó kivételes szerepe

Igen elterjedt kritika, hogy Schumpeter az innovációs folyamat más elemeivel és fázisaival szemben (invenció, diffúzió) túlhangsúlyozza az innováció aktusának (egy ötlet első gyakorlati megvalósításának) fontosságát. Ezen túlmenően szinte emberfeletti képességeket tulajdonít a vállalkozóknak, miközben egyrészt a feltalálók szerepét lényegtelennek tartja, másrészt pedig „egyszerű utánpótlóknak” tekinti a diffúziós folyamatban résztvevő üzletembereket. Az innovációs folyamat kiemelkedő képességű egyének/magányos hősök tevékenységének eredményeként való bemutatását a kritika egybehangzóan cáfolja és azt is elutasítja, hogy az innováció aktusa (az első adaptáció) lenne az egyetlen döntő tényező az innovációs folyamatban, miközben a feltalálás folyamata lényegtelen, a diffúzió folyamata pedig automatikus és azonnali volna (Freeman 1994; Grübler 1998; Huber 2001; Ruttan 1959). Ebből a kritikai hozzáállásból kiindulva számos módosítást és kiegészítést javasoltak:

1. Egy találmány vagy idea gyakran jelentős fejlesztést kíván már az első piacra-kerülés előtt is, hogy gazdaságilag megvalósítható legyen. Ezért számos esetben az innovációt megelőzi a *fejlesztés önálló fázisa* mint az innováció elengedhetetlen előfeltétele (Ruttan 1959).

2. A diffúzió során megvalósított *járulékos-tökéletesítő* (ún. *inkrementális*) *innovációk* szerepét Schumpeter viszonylag kevés figyelemben részesítette. Ezzel szemben az innovációk első bevezetésétől gyakran igen hosszú út – kiegészítések, javítások, tökéletesítések és módosítások sorozata, amelyeket összefoglalóan inkrementális innovációknak neveznek – vezet odáig, míg többé-kevésbé végleges formájukat elnyerve általánosabban is alkalmazhatóvá válnak. Számos, valóban korszakos jelentőségű innováció nyújt példát erre: a gőzgép, a vasút, a repülőgép, az autó, a számítógép mind ilyen találmányok voltak. Egy innováció életciklusában a diffúziós folyamat során vagy azt megelőzően végrehajtott *inkrementális innovációk* gyakran ugyanolyan fontos szerepet játszanak, mint maga az eredeti innováció. Ezért a diffúzió nem tekinthető csupán egyszerű utánzásnak.⁵

3. Az innováció mellett a *diffúzió* társadalmi és gazdasági fontosságát is hangsúlyozzák. Csupán egy innováció diffúziója (széleskörű, általános társadalmi alkalmazása) az, ami valóban hatást gyakorol a társadalomra, nem egyszer a társadalmi és gazdasági feltételek radikális transzformációjával (Grübler 1998).

5. Nemcsak egyének, hanem vállalatok, korporációk, valamely intézmény vagy annak képviselői, sőt akár maga az állam is lehet vállalkozó vagy tölthet be *vállalkozói funkciót* (Gerschenkron 1962).

Ezek a lényeges módosítások állnak szemben tehát azzal a feltételezéssel, amely minden más tevékenységgel szemben központi szerepet tulajdonít egy ötlet elsőként történő gyakorlati életbe ültetésének az innovációs folyamaton belül. Komoly kritika éri ezzel azt az elgondolást is, amely túlhangsúlyozza a kivételes képességű egyének jelentőségét. A modern innovációkutatás számos képviselője Schumpeterrel szemben azt a véleményt vallja magáénak, hogy az innovációs folyamat egyik eleme vagy fázisa (mint pl. invenció, innováció, diffúzió) sem tekinthető egyediként és egyetlenként meghatározónak e folyamaton belül; hogy tehát az innovációs folyamat egyenlő mértékben fontos szakaszokból, fázisokból tevődik össze, amelyek közül a maga módján mindegyik előfeltétele a sikeres innovációnak.

Ötlet-generálás, tanulás, feltalálás

Az innováció-elmélet egyik régi alapkérdése, hogy az invenciót és a kutatás–fejlesztést endogén vagy exogén változóknak kell-e tekinteni a gazdasági-társadalmi átalakulás szempontjából. Schumpetert számos kritika érte azért, hogy (különösen korai munkáiban) az invenció szerepét az innováció folyamatában exogénnek és jelentéktelennek tartja és azért is, hogy nem tartja fontosnak sem magának az invenció és ún. K+F folyamatnak a vizsgálatát, sem pedig az invenció illetve a tudomány és technológia interakcióinak elemzését.⁶

Azok a kortárs elméletek, melyekkel Schumpeter vitatkozott, éppen hogy a kutatásnak és a felfedező tevékenységének tulajdonítottak elsődleges jelentőséget. A társadalmi tanulás, megismerés és a kutatás/felfedezés tevékenységeit a gazdasági-társadalmi változás szempontjából endogén, ugyanakkor autonóm (saját belső tör-

5 A járulékos (inkrementális) innovációk jelentőségéről: Freeman 1994; Havas 1998: 44; Rosenberg 1996.

6 A K+F és a technikai fejlődés endogenitásának problémájáról: Freeman 1994; Havas 1998: 35–36; Rosenberg 2000; Ruttan 2001.

vényszerűségük szerint működő) folyamatoknak tekintették. Feltételezték, hogy a felfedezések, miután ismertté válnak, szinte automatikusan fognak alkalmazási teret találni maguknak a társadalmi újratermelés valamely területén és ugyanígy, jóformán automatikusan, mélyreható változásokat indítanak el a társadalomban a technológiai struktúra alapjainak a megváltoztatásával. Vagyis Schumpeterrel ellentétben a tudomány és a felfedezők/feltalálók szerepét tartották meghatározónak az innovációs folyamatban (pl. Bush 1946). Mindkét elméleti megközelítés közös sajátossága azonban, hogy erőteljesen hangsúlyozzák a kutatás-fejlesztés és a feltalálás relatív autonómiáját és függetlenségét a társadalmi és gazdasági újratermelés folyamatain belül.

Az újabb kutatás éppen ezen a ponton (a tudományos kutatás és K+F autonómiájának kérdésében) hozott jelentős, mindkét korábbi irányzat álláspontját részben megkérdőjelező módosításokat. Természetesen az ötletgenerálás, felfedezés és invenció sajátos logikával rendelkezik; ugyanakkor azonban a gazdaság és társadalom endogén része is és nem független annak meghatározó viszonyaitól. Így tehát az invenció folyamata nem tekinthető exogén változónak abban az értelemben, ahogy azt Schumpeter *Capitalism, Socialism and Democracy* című könyvének megjelenését (1943) megelőző írásaiban ábrázolta, sem pedig a gazdaság és társadalomfejlődés fő irányait meghatározó tényezőnek abban a naiv felfogásban, amit éppen Schumpeter bírált a leghatásosabban.

A pénzügyi támogatás elosztása és nagysága, a K+F tevékenység szabályozása, a szabályozást végző intézmények tevékenysége, az oktatás, az emberek által észlelt társadalmi-környezeti problémák, a vállalkozók üzleti várakozásai, a termelési folyamat során felhalmozódó tapasztalatok – ismeretek (learning by doing) befolyásolják és szelektálják a kutatás-fejlesztés konkrét lehetőségeit, formáit és eredményeit és meghatározhatják annak irányait és intenzitását is. A megismerés és felfedezés társadalmi folyamata tehát nem független a társadalmi újratermelés többi szegmensétől, hanem azok tevékenységébe mélyen beágyazott és konkrét működésük által meghatározott.

Az újabb kutatások azt is világossá tették, Schumpeter elgondolásait ebből a szempontból megerősítve, hogy nem a tudomány a találmányok és felfedezések egyedüli forrása. A tudományos kutatáson túlmenően a termelés, az értékesítés és a felhasználás során spontán felhalmozódó *tapasztalati tudás* (learning by doing, learning by using, learning by interacting) szerepe is rendkívül fontos a társadalmi tanulás és megismerés folyamatában valamint új ideák, találmányok létrehozásában vagy tökéletesítésében. Az invenciók (potenciális innovációk) tárháza a tudás-generálás, kutatás és megismerés különböző forrásainak és mechanizmusainak kooperációjával és kombinációinak megvalósulásával gyarapodik (Grübler 1998; Havas 1998: 45; Michelsen 2000; Nelson 1990; Rosenberg 2000).

Linearitás helyett visszacsatolás

Egy új technológia vagy eljárás széleskörű alkalmazása spontán akkumulálódó tapasztalati tudást is termel, amely visszacsatolható az innovációs folyamat korábbi szakaszaihoz, vagy pedig hozzájárulhat teljesen új kutatási projektek kezdeményezéséhez és teljesen új kutatási módszerek kialakításához is. Egy új termék előállítása, értékesítése és használata (learning by doing, learning by using, learning by interacting) a tapasztalati tudás alapvető jelentőségű forrása. Ez a tapasztalati tudás magában foglalja egy adott technológia és vállalkozás-szervezet gyakorlati működésére vonatkozó

kulcsinformációkat, beleértve a technológia alkalmazásának lehetséges mellékhatásait is; ezen információk alapján gyökeresen javítható az adott eljárás működésének hatékonysága vagy éppen részben vagy egészében új technikák és eljárások fejleszthetők ki.⁷

Végül egy technológia széleskörű és intenzív használata mintegy melléktermékként az általánosabb értelemben vett tudás jelentős mértékű gyarapodását is eredményezheti úgy, hogy a természeti vagy társadalmi környezet valamely szegmenséről nyújt új információkat (Kuhn 1970). Jól ismert történeti példa a hajózási technológia fejlődése, a kereskedelmi a hajózás intenzitásának növekedése és a földrajzi felfedezések közötti kölcsönhatás a 15–17. századi Európa történetében. Ugyancsak jó példa az, ahogyan a gőzgépek alkalmazásának terjedése ösztönözte a hőtani kutatásokat, melyek végül elvezettek a termodinamika fő tételeinek megfogalmazásához. A repülési technológia és az aerodinamikai kutatás már Lilienthal szisztematikus kísérletei óta szintén egymással szoros kölcsönhatásban fejlődött.

A diffúzió során nemcsak egy technológia, hanem az előállításához és használatához szükséges tudás is terjed. Az az információ, amely eredetileg csupán néhány ember (az újítók) sajátját képezte, közkinccsé válik. Ugyanakkor a gyártás, értékesítés és széleskörű használat során új információk sokasága halmozódik fel, amely azonban nem válik automatikusan mindenki által ismertté, hanem igen sokáig az adott eljárással kapcsolatban levő szakértők bennfentes tudása maradhat.

A fenti gondolatok egyik legfontosabb tanulsága az, hogy az innovációs folyamat lineáris modellje (invenció – innováció – diffúzió) nem ad kielégítő képet az innovációs folyamat menetéről, amelyben igen nagy szerepet játszhatnak a visszacsatolások a tapasztalati tanulás közvetítésével az alkalmazástól a K+F új felfedezésekre és tökéletesítésekre vezető folyamatáig. A modern innováció-kutatás egyik jelentős eredménye a visszacsatolási folyamat azonosítása volt – Schumpeter korai elgondolásait módosítva, ám késői írásaival összhangban.⁸

7 Grübler 1998; Nelson 2000; a visszacsatolásokról ld.: Havas 1998: 44–45 is.

8 Brouwer 1991: 150–152; Rosenberg 1982: 149; a lineáris modellek hiányosságairól: Havas 1998, 45–46.

A szelekció és a technikai változás evolúciós modellje

Az innováció lineáris modelljével szembeállítható a technikai fejlődés evolúciós felfogása, amely az evolúciós gazdaságtannak⁹ éppúgy sajátja, mint a szociál-konstruktivista irányzatnak.¹⁰ A technikai változás több különböző irányba is indulhat: pályája nem előre meghatározott. Ezt mutatják a meg nem valósult, vagy csak lassan, sok késedelemmel megvalósuló fejlődési alternatívák is. A technikai változások evolúciós interpretációja két alapvető mechanizmus működését feltételezi: az egyik a technológiai változatosság, azaz a különböző fejlődési alternatívák létrehozásáért felelős; a másik pedig az alternatívák közötti válogatásért, azaz a szelekcióért. Az ötletek generálásával, találmányokkal és felfedezésekkel létrejövő változatosság új lehetőségeket, alternatív fejlődési pályákat tár fel a technikai fejlődés számára: ebből adódik a technikai fejlődés *potenciális* multi-direkcionálisága. A lehetőségek közül azonban nem mindegyik valósul meg a gyakorlatban. Az evolúciós megközelítés egyik központi kérdése annak a magyarázata, hogy miért válnak bizonyos fejlődési irányok, alternatívák „sikeressé”, azaz miért és hogyan tudnak széles körben elterjedni; ugyanakkor miért halnak el vagy merülnek feledésbe más lehetséges fejlődési irányok?

A válasz e kérdésre az, hogy végső soron a társadalmi szelekció folyamata határozza meg, hogy a lehetséges alternatívák közül melyik, mikor, s milyen mértékben fejleszthető, alkalmazható és terjeszthető el szélesebb körben. A különböző alternatívák létrehozása és szelekciója-kiválogatódása az ún. „releváns társadalmi csoportok” tevékenységének és kölcsönhatásának eredményeként történik (Pinch–Bijker 1987: 35–39). Releváns társadalmi csoportoknak azokat a csoportokat nevezik, amelyek tevékenysége egy innováció sorsára hatással van. Egy-egy csoportba azok tartoznak, akik az adott újításnak azonos jelentést tulajdonítanak, és egymással megegyezően értékelik azt. Egy innováció megvalósulása szempontjából releváns társadalmi csoportnak tekinthetők egyrészt az újítók és az őket támogató-segítő egyének vagy szervezetek; másrészt a

9 Az evolúciós gazdaságtan elmélet korai képviselői közé tartozik Thorstein Veblen, Joseph Alois Schumpeter és bizonyos mértékig Alfred Marshall, Friedrich Hayek, von Mises és az 1989-ben elhunyt Kenneth Boulding is (vö. Hodgson 1993). Az evolúciós gazdaságtan elmélet maga is több irányzatra tagolódik. Ezekről kitűnő összefoglalást nyújt a Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg és Soete által szerkesztett kötet: *Technical change and economic theory* (1988). Leginkább a mikroökonómiai kérdésekre és a döntéshozás folyamataira koncentrálnak Nelson és Winter 1982-ben megjelent fontos munkája. A gazdaságtörténeti-technikátörténeti vonulatot J. Mokyr képviseli (Mokyr, 1996). Az institucionalista megközelítés többek között G. Hodgson nevéhez kapcsolható. Hodgson (1993) jó áttekintést ad az evolúciós gazdaságtan tudománytörténeti előzményeiről is. Arthur (1989) és David (1985) úttörő munkát végzett az útfüggőség (path-dependency) fogalmának megalkotásával és annak kimutatásával, hogy a növekvő hozam (increasing returns) befolyásolja a technológiai alternatívák variabilitását és egy technológiai alternatívába való bezáródást (lock-in) idézhet elő. Ez a későbbi technológiai eredmények szempontjából szuboptimális technikai megoldások rögzülésére vezethet. Az evolúciós gazdaságtan jelentősebb képviselői közé tartozik még D. Sahal, P. Saviotti és J. Metcalfe is. Az irányzat képviselőinek 1989-től önálló folyóirata van: *Journal of Economic Evolution*. A magyar szakirodalomban Szántó Borisz műve (*A teremő technológia*, 1988) szintén evolúciós megközelítésként határozható meg.

10 A szociálkonstruktivisták véleménye szerint a technológiai változás nem a társadalmi fejlődés hajtóereje és nem is autonóm tényező, hanem akaratátviteli munkaeszköz, melynek használatát és fejlesztését racionális választások és a cselekvők értékrendszere határozza meg. A technológiai fejlődés iránya és üteme szerintük végső soron társadalmilag és kulturálisan meghatározott. Nézeteik összefoglalása megtalálható: Bijker et al. 1987; Pinch 1996; fontosabb folyóirataik: *Technology and Culture* és *Social Studies of Science*.

potenciális fogyasztók és felhasználók, harmadrészt azok, akik az adott innováció megvalósítását ellenzik. E csoportok tagjainak szükségletei, preferenciái és érdekei jelentősen különbözhetnek egymástól. E különbségekből adódóan e csoportok eltérően definiálják és értékelik az innovációkat, vagyis az egyes innovációknak eltérő jelentésük van számukra, és különböző igényeket támasztanak velük szemben. A különböző társadalmi csoportok gyakran eltérően definiálják és értékelik az adott innovációk bevezetésével együtt járó problémákat/kockázatokat és az általuk kínált lehetőségeket is. Ugyancsak eltérően vélekedhetnek arról is, hogy mi számít kudarcnak vagy sikernek az adott technológia fejlesztése, bevezetése vagy elterjesztése során.

Így tehát a technológia fejlesztése során a különböző csoportok eltérő igényei egymástól eltérő, gyakran egymásnak is ellentmondó technikai követelményeket támaszthatnak (mint pl. a sebességnövelés és a biztonság a kerékpár fejlesztése esetében), miközben ugyanannak technikai problémának megoldására is több, egymást kizáró, egymással konfliktusban álló megoldás alkotható meg. Mindemellett egy technikai "probléma" megoldása nem szükségszerűen történik a technika eszközeivel; a megoldás egyes esetekben lehet jogi-intézményi, vagy a mentalitásban-értékekben bekövetkező változás is. Mindez különböző, az egyes csoportok sajátosságait tükröző probléma-meghatározásokhoz és probléma-konstellációkhoz vezethet, ami végső soron eltérő irányú fejlesztéseket ösztönöz s így különböző technikai megoldások megszületéséhez járulhat hozzá. Az értelmezések e rugalmasságát és a fejlesztési lehetőségek variabilitását, sokirányúságát nevezi Pinch és Bijker a technika "interpretációs flexibilitásának" (interpretative flexibility), mely a fejlesztés korai fázisában igen nagy mértékű is lehet. A technológiai rendszerek fejlesztésekor általában több alternatíva is rendelkezésre áll és nem feltétlenül határozható meg egyetlen kizárólagos vagy "legjobb" megoldás, hiszen azt, hogy mi a legmegfelelőbb, a különböző helyzetű csoportok eltérő módon interpretálhatják (Pinch–Bijker 1987).

A találmányok és innovációk szelekciója az újítók és a társadalmi környezet közötti interakció eredménye. Az invenció > innováció > diffúzió lineáris modelljét könnyen lehet módosítani és ezért jóval realisztikusabbá is tenni a társadalmi szelekció mechanizmusainak figyelembevételével. Az innováció társadalmi alkalmazása és elterjedése alapvetően a társadalomban végbemenő szelekciós folyamatoktól függ; vagyis attól, hogy a) hogyan tudja egy újító módosítani a társadalmi környezetet, hogy képessé tegye azt az innováció befogadására és b) a társadalmi környezet (vagyis a potenciális felhasználók és egyéb gazdasági-társadalmi szereplők, akikre hatással lehet az innováció) hogyan tudja értékelni és észlelni az innováció hasznosságát és relatív előnyeit; és erre az értékelésre alapozva, támogatják-e, megpróbálják-e megakadályozni az innováció széleskörű elterjedését vagy éppen semlegesek maradnak-e.

Egy találmány vagy innováció elfogadásával/elutasításával kapcsolatos döntéshozatalt egy többlépcsős megismerési és döntési folyamatként lehet leírni: az innovációval való megismerkedés > az innováció lehetséges hatásainak értékelése > a kipróbálásról való döntés > kipróbálás > az elfogadásról vagy elutasításról hozott értékelés vagy döntés. Az innováció elfogadásának esélyeit befolyásolja annak feltételezett hasznossága, alkalmazásának feltételezett társadalmi költségei és mellékhatásai, illetve lehetséges hatásai a társadalom fontosabb érdekcsoportjainak erőviszonyaira.

Rogers szerint (1983: 210–238) a következő tényezők határozzák meg egy innováció elfogadását és bevezetését a potenciális alkalmazók szempontjából: először is be-

vezetésének *relatív előnyei*: az innovációt egyfajta racionális kalkuláció (költség–haszon elemzés) során értékelik: összevetik bevezetésének kalkulált előnyeit annak költségeivel és a döntés pillanatában ismert potenciális negatív hatásaival. Egy innováció akkor kerül bevezetésre, ha a kalkulált költség–haszon egyenleg pozitív. (Megjegyzendő, hogy a kalkuláció a legtöbbször hiányos információk birtokában történik, így helyesebb korlátozott racionalitásról beszélni).

Másodszor, *kompatibilitás*: ez egy innovációnak a fennálló szükségletekkel, technológiai megoldásokkal és a potenciális felhasználók érdekeivel és értékrendjével való összeegyeztethetőségének mértéke. A fentiek szerint minél inkább kompatibilisnek értékelnek egy újítást, az annál gyorsabb és szélesebb körű alkalmazásra számíthat. Ha pedig egy innováció nem kompatibilis a fennálló gyakorlattal és értékekkel, elfogadása lassúbb lesz, vagy pedig egyáltalán nem történik meg. Ugyanakkor azonban egy radikális innováció definíció szerint nem annyira összeegyeztethető a fennálló gyakorlattal, mint az ún. „inkrementális innovációk”; ezért elfogadása nagyobb változásokat igényelhet az uralkodó értékekben, hagyományokban és technológiai-intézményi eljárásokban. Az innovációk alkalmazására való hajlandóság attól is függ, hogy mennyire elégedett a döntéshozó az általa aktuálisan alkalmazott technikai-intézményi eljárások működésével. A relatív elégedetlenség az innovációk gyorsabb bevezetésére, ezzel nagyobb kockázatvállalásra ösztönöz, míg a viszonylagos elégedettség kockázatkerülésre hajlamosít, ami az innovációk gyors bevezetése ellen hat. Ez azt jelenti, hogy egy innováció elfogadása vagy elutasítása nem kizárólag saját minőségétől és teljesítményétől függ, hanem az olyan alternatív megoldások teljesítményének értékelésétől is, amelyekhez hasonlítják.

Egy innováció elfogadásának harmadik feltétele a *megismerhetőség-kiszámíthatóság* kielégítő szintje, amelynek alapján a racionális kalkuláció egyáltalán lehetséges. Ennek fontos eleme a *komplexitás*, vagyis annak mértéke, hogy bevezetése előtt mennyire nehéz megismerni egy újítás főbb sajátosságait és előrelátni várható következményeit. A megismerhetőség másik fontos eleme a *kispróbálhatóság*: hogy egy innováció működését, előnyeit és esetleges negatív hatásait mennyire lehet kísérleti bevezetéssel és üzemeltetéssel megvizsgálni. Összefoglalva, a megismerhetőség kritériuma azt mutatja meg, milyen mértékben lehet csökkenteni az innováció adaptálásával szükségszerűen együtt járó bizonytalanságot, amely annak teljesítményével, működésével, költségeivel, előnyeivel és mellékhatásaival áll kapcsolatban.

A gazdasági és társadalmi aktorok szelektáló viselkedésükkel befolyásolhatják az innováció sorsát: e viselkedés lehet támogató, semleges vagy akadályozó. A támogatás fogalma ebben az összefüggésben az aktor rendelkezésére álló erőforrások aktív átcsoportosítását jelenti az innováció megvalósítása érdekében; az akadályozás pedig az aktor rendelkezésére álló erőforrások allokációja a kedvezőtlen hatásúnak ítélt újítások bevezetésének hátráltatásáért.

A társadalmi szelekció mechanizmusai az innovációs folyamat és egy technológia életciklusának minden egyes fázisában jelen vannak: a kutatás-fejlesztés során a kutatás irányainak, módszereinek, kérdésfeltevéseinek, működési feltételeinek és intenzitásának meghatározásával; a tanulási folyamatok során a felhalmozott tapasztalatokat mintegy filterként megsűrve, kiválogatva és közvetítve az egyes fejlesztési irányokhoz; az invenció és innováció fázisai között meghatározva, hogy melyik találmány fog innováció formájában megvalósulni. Hasonlóan az invenció és innováció közötti sze-

lekcióhoz az innováció (egy találmány első adaptációja) és a diffúzió fázisai között is működik egy fontos szelekciós mechanizmus. Ez befolyásolja, hogy melyik innováció fog elterjedni és lesz mélyreható hatása a társadalomra és meghatározza a diffúzió kezdetének időpontját is. Ez azt jelenti, hogy a diffúzió nem követi azonnal és automatikusan az innovációt (Rogers 1983). A diffúzió során a társadalmi szelekció folyamatai befolyásolják annak sebességét és mértékét, továbbá tökéletesítéseket, javítások ösztönözhetnek a technológia szerkezetében. Végül az elavulás és szubsztitúció fázisaiban a társadalmi szelekció mechanizmusai meghatározzák a régi technológiák újjakkal való felváltásának idejét és módját.

A társadalmi szelekció működésének következményeként az innovációk terjedési ideje (az első megjelenéstől a széleskörű elterjedtségig tartó idő) nagy változatosságot mutat. A diffúzió időzítése és rátája több tényezőtől is függ: a fizetőképes kereslet meglététől és nagyságától, a piac szerkezetétől (monopolizált vagy szabad versennyel jellemezhető) és attól is, hogy az adott innováció mennyire kompatibilis a fennálló gazdasági-társadalmi viszonyokkal. Ezek a tényezők egyrészt különböző diffúziós pályákat eredményezhetnek, amelyekhez eltérő diffúziós sebességek tartoznak, másrészt pedig befolyásolják azt is, hogy az innováció első alkalmazását követően mikor kezdődik a tulajdonképpeni diffúziós folyamat (Brouwer 1991).

A schumpeteri innovációelmélet bírálható azért, hogy nem nyújt megfelelő mélységű elemzést azokról a körülményekről, amelyek segíthetik, vagy éppen gátolhatják az innovációkat (Freeman 1994). A jelenkori kutatás intenzíven vizsgálja ezeket a szelekciós folyamatokat, amelyek mind a piaci mind pedig a bürokratikus-centralizált mechanizmus szabályozási formái között érvényesülnek. Meg kell jegyezni azonban, hogy a szelekciós folyamat logikája lényegesen különböző a piaci verseny körülményei között, mint a centralizált rendszerekben. Egy kevert gazdasági rendszerben mind a piaci, mind pedig a bürokratikus irányítási formára jellemző szelekciós mechanizmusok jelen lehetnek egy meghatározott kombinációban, amely időről időre változhat (Huber 2001: 119).

A szelekciós mechanizmusok mindenütt jelenlévő hatásai teremtik meg az innovációs folyamat egymástól különböző sajátos útjait az innovációs folyamat minden egyes fázisában illetve a különböző fázisok között is. A lehetséges innovációs utak sokféleségéből adódik az innovációs folyamat pontos menetének előrejelezhetetlensége és időkereteinek bizonytalansága is.

Az innovációs pályák előrejelzésének és az innovációs folyamat időkereteinek bizonytalansága

Az innovációs folyamatot több szempontból is a bizonytalanság és előrejelezhetetlenség jellemzi. A lehetséges innovációk csupán egy kis százaléka jut el a gyakorlati kipróbálásig, s ezeknek is csak egy kis része terjed el és gyakorol lényeges hatást a társadalomra (Grübler 1998, Huber 2001: 117).

Annak az időtartamnak a hosszúsága, mely a találmányok megszületésétől első alkalmazásukig, s első alkalmazásuktól széles körű elterjedésükig telik el, rendkívül nagy változatosságot mutat (néhány hónaptól hosszú évszázadokig terjed a skála) és a bizonytalanságok egyik lényeges forrása. Ami ebben az esetben döntő, az a társadalom

fogékonysága az innovációkra (más néven a társadalom innováció-abszorpció-képessége) és a meglévő kereslet az adott termékre vagy szolgáltatásra. Egyetérthetünk Braudellel, aki azt állította, hogy az innovációk sorsát erőteljesen befolyásolja a gazdaság általános mozgása:

„Ha van olyan tényező, amely az ipari forradalom magyarázataként alapját vesztette, akkor az a technológia. Az újabb történetírás számos meggyőző érvet hozott azzal a nézettel szemben, amely a technológiát tekinti fő mozgatóerőnek... A találmányok gyakran megjelenhetnek egy (társadalmi) vákuumban is. Egy technológia hatékony vagy széleskörű használata a gazdaság általános mozgását követi: néha több alkalommal is újra fel kell fedezni, míg pontos és állandó kereslettel találkozik. Az ipari forradalom első évtizedei során a technológia sokkal inkább volt olyan tényező, amelynek fejlődését gazdaság meghatározta mintsem olyan, ami a gazdaságot irányította. Az innovációk teljesen világosan a piac állapotától függték: csak akkor kerültek bevezetésre, amikor folyamatos volt a fogyasztói kereslet”. (Braudel 1979: 566–567)

A bizonytalanságok további faktora az, hogy egy új technika életciklusának korai szakaszában annak teljesítménye, alkalmazásának (újraalkalmazásának) lehetséges területei, gazdasági jelentősége és a társadalomra gyakorolt hatásai még nem ismertek. Potenciális pozitív és negatív mellékhatásai az emberi egészségre és a környezetre nagyrészt előreláthatatlanok. Alkalmazásának költségei és haszna, illetve a bevezetésétől várható profit nagysága nem jósolható meg pontosan. Az is nyitott kérdés, hogy miként és miért válhatnak bizonyos technikai-szervezeti újítások korszakos innovációkká, míg mások csupán kisebb jelentőségre tesznek szert. Egy új technológia életciklusának kezdetén még kevésbé ismertek és ezért megjósolhatatlanok későbbi továbbfejlesztésének, illetve más technológiákkal való társításának lehetőségei, amelyek révén pedig adott esetben egy új technológiai paradigma részét alkothatja. Hasonlóképpen, egy új technológia életciklusának hossza is nagy változatosságot mutat. A diffúziós ráta, mely egy újítás terjedési sebességét mutatja, a különböző technológiák és különböző országok esetében más és más lehet, az adott technológia sajátosságaitól illetve az adott ország technológiai-intézményi viszonyaitól függően (Freeman–Soete 1997; Rosenberg 1996).

Az innovációs folyamat schumpeteri ábrázolásának módosítása

Úgy tűnik, a modern innováció-kutatás konszenzusszerűen használja Schumpeter műveit kiindulópontként. Ám egyetértés van abban is, hogy a gazdasági-társadalmi innováció schumpeteri elmélete számos lényeges ponton kiegészítésre és jelentős módosításra szorul. Jelenleg nincs is az innovációs folyamatnak általánosan elfogadott elmélete; inkább beszélhetünk az innováció-elméleten belül egymás mellett élő elméleti irányzatokról, melyek Schumpeter innováció-elméletét különböző pontokon bírálják, illetve próbálják továbbfejleszteni.

Az innovációs folyamat schumpeteri rekonstrukciója még magán viseli a lineáris modellek számos jellegzetességét, ugyanakkor azok egyik első meghaladásaként, ko-

rai evolúciós jellegű módosításaként is értékelhető. Kritika éppen azért érheti, hogy ezt nem tette radikálisabban. Schumpeter az innovációs folyamatot az *invenció-szelekció-innováció és diffúzió* szekvenciával írja le; ez az, amiből a modern kutatás számos irányzata kiindul, és amit a kritika a leggyakrabban alapul vesz.

Az újabb kutatások az innovációs folyamat egységességét, egyes szakaszainak egyenrangúságát és komplementaritását hangsúlyozzák. Az innovációs folyamat egymást kiegészítő, egyenrangúan fontos szakaszokból tevődik össze, amelyek közül mindegyik a maga módján előfeltétele az innováció sikerességének; így tehát, szemben Schumpeter álláspontjával, egyik szakasz sem tekinthető a többihez képest meghatározónak vagy lényegesebbnek. Az elméleti tisztánlátás végett természetesen hasznos a különböző fázisok és szakaszok között világos különbséget tenni. Azonban az empirikus elemzésben jóval nehezebb megállapítani, hol ér véget az egyik szakasz és hol kezdődik a másik. Nincsenek tisztán megállapítható határok a különböző fázisok között; ezek a határok inkább képlékenyek (Huber 2001: 117).

Ugyanakkor az innováció nem tekinthető egyirányú, lineáris folyamatnak, amely minden egyes esetben ugyanazt a pályát futja be: számos életciklus-modell/pálya azonosítható az innovációs folyamaton belül. Egy újítás sorsát, azaz az innovációs folyamat pontos menetét *ex ante* nem lehet előrelátni csupán *ex post* kimutatni. Ez egy adott újítás lehetőségeivel és hatásaival kapcsolatban nagy mértékű bizonytalanságot eredményez. Egy ötlet, találmány vagy újítás fejlesztésének vagy alkalmazásának elakadása esetleg végleges kudarca, a késések és hosszú időbeli megszakítások az innovációs folyamat természetes részét alkotják és annak minden egyes szakaszán jelen vannak. Úgy tűnik, bekövetkezésük inkább szabály, mint kivétel. A szelekció mechanizmusa meghatározó szerepet játszik abban, hogy egy adott újítás milyen pályát fog bejárni. Az invenció és ötlet-generálás endogén része az innovációs folyamatnak és mélyen beágyazott gazdasági és társadalmi újratermelés uralkodó rendszerébe. Nagyon gyakran az innovációk csak hosszú ideig tartó *előzetes fejlesztés* eredményeként vagy az első alkalmazást követő *inkrementális innovációk* során válnak széles körben alkalmazhatóvá és társadalmilag jelentőssé. Az innovációs folyamat során igen gyakran létrejön egyfajta visszacsatolás a diffúzió fázisából az ötlet-generálásig és innovációig a *tapasztalati tanulás* közvetítésével.

Mindezeket alapul véve az innovációs folyamat schumpeteri leírását a következőképp módosíthatjuk: *idea-generáció* (amely magában foglalja a tapasztalati tanulás, a kutatás – fejlesztés és a társadalmi ismeretszerzés kognitív folyamatait is) > *invenció* > *fejlesztés* > *innováció* > *poszt-innovációs fejlesztés és inkrementális innovációk* > *diffúzió* > *tapasztalati tanulás* > *visszacsatolás a korábbi fejlesztési szakaszokhoz és az idea-generáció folyamatához*.

Az innovációs folyamat fő szakaszainak (ötlet-generálás, innováció, diffúzió, illetve a szelekció folyamata) megértése nemcsak egyszerűen különböző modellek kidolgozását igényelheti, hanem önálló elméletek megalkotását is. Ez az idea-generáció, az innováció és diffúzió önálló részelméleteinek társadalomelméleti konstrukcióját teszi szükségessé a szociológia, a közgazdaságtan és a kognitív tudomány együttműködésével. Tulajdonképpen a kutatás ebbe az irányba is fejlődik: valóban léteznek önálló elméletek, amelyek például az idea-generáció vagy diffúzió folyamatát vizsgálják (Blackmore 1999; Rogers 1983). Továbbá, ezeknek az elméleteknek evolúciós jellegűeknek kell lenniük abban az értelemben, hogy figyelembe veszik az innovációk le-

hetséges életciklus-pályáinak sokféleségét és azt a mechanizmust, amely az egyes innovációkat e különböző pályákra kényszeríti: a társadalmi-gazdasági szelektív erők működését az innovációs folyamat minden fázisában.

Az innovációs folyamat ekként rekonstruált fázisai azonban nem következnek szükségszerűen egymásra, mivel valamennyien, kivétel nélkül és állandóan alá vannak vetve a társadalmi szelekció formáló erőinek. Emiatt tehát e szekvencia probabilisztikus, mely bármely pontján megszakadhat; egyes fejlesztési fázisok lerövidülhetnek vagy akár teljesen kimaradhatnak, vagy éppen ellenkezőleg, az invenció, innováció és diffúzió szakaszai közé pre- vagy poszt-innovációs fejlesztések bármely ponton beépülhetnek. Az egyes fázisok időigénye változó lehet és előzetesen nem kalkulálható. Ugyanakkor az innovációs folyamat későbbi fázisaitól visszacsatolások épülhetnek ki a korábbi fázisokhoz. *A szelekció, a visszacsatolások és a különböző hosszúságú pre- és poszt-innovációs fejlesztési szakaszok beékelődésének következményeként lesz a technológiai változás több fejlődési alternatívát magában foglaló, nem-lineáris és nem-determinisztikus, azaz pontosan nem előre jelezhető és tervezhető evolúciós folyamat.*

Az innovációs folyamat rekonstrukciója: továbbfejlesztési lehetőségek

Az invenció – innováció – diffúzió lineáris modellje, mely az innovációs folyamat legrégibbi és legelterjedtebb leírása, figyelmen kívül hagyja mind az innovációs folyamat inherens bizonytalanságát és előrejelezhetetlenségét, mind pedig azt, hogy a bizonytalanságok egyik fő oka az alternatív életciklus-pályák létezése, az innovációs folyamat lehetséges végeredményeinek sokfélesége. Az alternatív életciklus-pályák az innováció megvalósulását támogató tényezők és az innovációs folyamat során működő szelekciós mechanizmusok, az újítók és társadalmi-gazdasági környezetük kölcsönhatásainak végeredményeként jönnek létre.

El kell fogadni, hogy a technikai változás nem írható le egyetlen folyamatábrával. Ugyanakkor ebből nem következik, hogy az innováció folyamata csak idioszinkretikus módszerrel lenne megragadható, mintha minden innovációs próbálkozás a többihez semmiben sem hasonló, önmagában álló kísérlet volna. Képesek lehetünk arra, hogy megragadjuk, ami több innovációs kísérletben is közös azáltal, hogy azonosítjuk a legfontosabb, legjellemzőbb evolúciós pályákat, melyeket egy innováció befuthat és úgy is, hogy azonosítjuk azokat a tipikus „evolúciós szcenáriókat”, amelyekkel két vagy több technológia kölcsönhatása leképezhető. Ezek rekonstrukciójára teszek kísérletet a következő két alfejezetben. Az ezeket követő alfejezet a nagyléptékű technológiai átalakulások lehetséges társadalmi következményeit foglalja össze röviden.

Az innovációs folyamat lehetséges útjai

Egy felfedezés/innováció sorsa bizonytalan, de módunkban áll azonosítani azokat a lehetséges utakat, melyeket életciklusa során bejárhat. A gazdaság- és technikátörténeti kutatások alapján a következő tipikus innovációs pályákat lehet rekonstruálni:

1. Egy találmány ideája még a K+F során kiszekelődik, és soha nem kerül gyakorlati megvalósításra. A kudarcot vallott és vagy gyakorlati alkalmazásra nem kerülő ötletek-próbálkozások teszik ki az újítási kísérletek többségét. A sikeres innováció tehát sokkal ritkábban és kevesebb valószínűséggel következik be, mint azt általában feltételezik, s nem tekinthető a technikai fejlődés szükségszerű következményének, hanem sokkal inkább olyan eseménynek, ami specifikus magyarázatot igényel. Ebből következően az innováció- és technológiakutatás számára a meg nem valósult alternatívák szisztematikus tanulmányozása esetenként épp olyan fontos lehet, mint a „sikeres” innovációké; a végül sikeresnek bizonyult technikai megoldás nem szükségszerűen az egyetlen lehetséges alternatíva (Pinch–Bijker 1987: 22, 24–26, 28).

2. A találmány/ új technológia előzetes kísérletek, vagy pedig egy meghatározott ideig végzett kísérleti alkalmazás után kiszekelődik, mivel teljesítménye-működése nem felel meg a várakozásoknak vagy kezdeti alkalmazása során súlyos, előre nem látható negatív mellékhatások lépnek fel (pl. elektromos autók, Zeppelinek, DDT, Talidomin).

3. Egy bizonyos idejű előzetes kísérletezés után az új technika alkalmazásra kerül. A kísérleti időszak alatti fejlesztés, az új technika előállítás és kezdeti alkalmazása során felhalmozódó tapasztalatok felhasználása és járulékos innovációk bevezetésének eredményeként az új technika teljesítménye és alkalmazhatósága jelentősen javul. Az alkalmazás kezdeti problémáit sikeresen kiküszöbölik; ezáltal az új technika vagy eljárás – az eredetihez képest sokszor jelentősen módosított formában – széleskörű használatra éretté válik. A vázolt folyamattal természetesen együtt jár a diffúziós szakasz kezdetének időbeli késése-kitolódása egészen addig, míg az újítás szükséges érettségi stádiuma el nem következik. Ilyen fejlődési pályát járt be a 20. században mind az autó, mind a repülőgép, míg végül a gazdaság karakterét és szerkezetét alapvetően meghatározó technológiává vált. Kísérleti-fejlesztési periódusok, melyek a tapasztalati tanulást, a többszöri áttervezést-tökéletesítést és a szelekciót is magukban foglalják, valójában egyaránt lehetségesek egy innováció első bevezetése előtt és után is.

4. Az új technika más technikákkal, vagy pedig más (szervezeti) innovációkkal kombinálva egy új technológiai rendszert alkotva kerül alkalmazásra. Ez is magába foglalja a diffúzió kezdetének időbeli kitolódását – vagyis a diffúzió nem következik be közvetlenül az első alkalmazást követően, hanem csak a komplementer technológiák kifejlesztése után. A villamosítás szolgálhat például: a villamos áramot előállító rendszerek – turbinák, erőművek – a villamos áramot elosztó rendszerek – transzformátorok, távvezetékek – és a villanyáramot felhasználó berendezések – elektromotorok és közvilágítási rendszerek – diffúziója egymással párhuzamosan történt.¹¹

5. Az új technika időbeli csúszással kerül át a gyakorlatba (ám lényeges módosítások nélkül), mivel alkalmazásának lehetősége vagy egyszerűen gazdaságossága függ egy meghatározott küszöbérték elérésétől: a népsűrűségtől, az áruforgalom volumenétől, az energiahasználati szinttől vagy más hasonló tényezők meglététől. Így tehát, ahogy a lakosság létszáma növekszik, vagy a gazdaság növekedik, mintegy „belenő” a tervekben vagy kísérleti formában már létező de korábban általánosan még nem használt technológiákba. Boserup (1965) és Lee (1986) több tanulmányban is rámutattak, hogy egy új technológia alkalmazása a népesség méretétől és a népsűrűségtől is függ. Amíg

11 Hughes 1983; további példákkal szolgál Law 1987, Rosenberg 1996, Pantzar 2000.

a népesség nagysága nem ér el egy bizonyos szintet, addig egy komplex technológia alkalmazása nem gazdaságos vagy az adott technológiai infrastruktúra nem tartható fenn; természetesen ez a helyzet a csatornákkal és az utakkal. Számos technológiai változás, amely angol gazdaság 18. századi átalakulásához kapcsolódott említhető példaként: a csatorna – és úthálózat dinamikus fejlesztése az Ipari Forradalom korai szakaszának egyik fontos mozzanata volt, ám semmiképpen sem tekinthető technológiai értelemben újdonságnak. Kivitelezésük módját Európa-szerte régóta jól ismerték; tömeges megjelenésük egy viszonylag rövid periódusra koncentrálódva és átfogó társadalmi-gazdasági hatásuk az, ami újdonságot jelent. E tömeges megjelenés azonban szoros összefüggésben áll a népesség és az áruszállítási igények dinamikus növekedésével ugyanabban a periódusban. Hasonló a helyzet az ún. multicropping termelési eljárás széleskörű alkalmazásával a 18. századi angol mezőgazdaságban. Noha ez is ismert volt már huzamosabb ideje (Hollandiában például már korábban is alkalmazták) szélesebb körű angliai bevezetésére akkor került sor, mikor a növekvő népesség elegendő piacot és munkaerőt tudott biztosítani gazdaságos alkalmazásához. A már régóta ismert eljárásokat tehát csak akkor kezdték alkalmazni, mikor a gazdaság állapota a népesség növekedésével már elérte a bevezetéshez szükséges érettség szintjét.

6. Az új eljárás nagyobb módosítások nélkül azonnal átkerül a gyakorlatba, mivel első demonstrációjával egyidőben felismerik alkalmazásának előnyeit (pl. röntgen-diagnosztika, penicillin).

Az innovációk kölcsönhatása a már használatban levő technológiákkal

Az új technológiák szelekciója gyakran a már használatban levő technológiákkal való kölcsönhatásban történik. Ebben az interakcióban a következő alapeseteket lehet megkülönböztetni:

1. Az új eljárás helyettesíti/ teljesen kiszorítja a régit (szubsztitúció). Klasszikus példa a vízi úton/csatornákon történő szállítás felváltása vasúti szállítással a 19. századi Anglia több körzetében: a vasútépítő vállalkozók felvásárolták a csatornákat egykor kiépítő, vízi szállítással foglalkozó társaságokat, a csatornákat kiszárították és a vasútvonalat a kiszárított mederben építették meg. Hasonlóképp Amerikában a 19. század második harmadától az újonnan létesített vasútvonalak a postakocsikat szorították ki a távolsági forgalomból.

2. Az új technika kudarcot vall és elutasítják miközben a régi marad használatban. Példa erre a francia villanyautó kudarcának története, melynek nem sikerült felváltania a robbanómotorra alapuló technológiát (Callon 1987).

3. A régi és új eljárásokat egyesítik: együtt alkotnak egy jóval komplexebb technológiát. Ebben az esetben egy technológiai rendszernek egy másik technológiai rendszerrel való kölcsönhatásának eredményeként számos alváltozat képzelhető el: a) a régi technológia marad domináns és az új csupán kiegészíti; b) az új technológia válik dominánssá és a régi játszik kiegészítő szerepet; c) mindkettőt alkalmazzák, mégpedig egymás kiegészítőiként: úgy, hogy egymás működésének hatékonyságát javítják; nem hierarchikus, hanem mellérendelt viszony áll fenn közöttük (Law 1987; Rosenberg 1996; Pantzar 2000).

4. A piac és az alkalmazási területek felosztása: a régi és az új technológiát egymástól elkülönítve alkalmazzák, így a korábban egységes piac két részre fog elkülönülni. Mind-egyik technológia az alkalmazási területek azon részén lesz elterjedtebb (vagy kizárólagosan alkalmazott), ahol teljesítménye valamilyen szempontból hatékonyabb, mint a kompetitív eljárásé. Jellemző 19. századi példa a gőzhajók lapátkerekes, illetve hajócsavarral történő meghajtásának esete: a tengeri közlekedésben a hajócsavar gyorsan elterjedt, mivel nagy hullámverés esetén a lapátkerek nem volt megfelelően üzembiztos, ám a folyami hajózásban a lapátkerekes meghajtási mód még sokáig használatban maradt. Újabb példaként idézhetjük a vezetékes- és mobiltelefonok közötti funkciómegosztás kialakulását az utóbbi években: a drágább mobiltelefonokról sürgős, de rövidebb ideig tartó beszélgetéseket kezdeményeznek, míg az olcsóbb, de helyhez kötött vezetékes telefonokon bonyolítják az időben jobban ütemezhető hosszabb beszélgetéseket. További példa a motoros és sugárhajtású repülőgépek esete: a sugárhajtómű megjelenése után mind a motoros, mind sugárhajtású repülőgépek használatban maradtak; igaz általában különböző funkciók ellátására építik őket (Pinch 1996: 25).

5. Evolúciós verseny az új és a régi megoldások között. Egy új technológia megjelenése versenyhelyzetet teremt, ami arra ösztönzi a hagyományos technikák tulajdonosait, hogy módszereik hatékonyságát javítsák. Ez azonban arra készteti az innováció kidolgozóit, hogy ők maguk is tovább tökéletesítsék az új technológiát. Ez visszahat a régi technológiára további hatékonyságnövelő újításokra sarkallva alkalmazóit. A technológiai megoldások közötti éles verseny tehát újabb és újabb fejlesztésekre és hatékonyságnövelő innovációkra kényszeríti e technológiák előállítóit. Jó példa az innovációk effajta versenyére a vitorlás- és gőzhajók vagy a vízikerek és gőzgép fejlesztőinek elhúzódnó vetélkedése a 19. században (Scherer 1984; Rosenberg 1996).

6. Az új technológia a már létező rendszerektől relatíve elszigetelten kerül alkalmazásra: azokkal sem kompetitív, sem komplementer viszonyban nincs.

Tehát túlzott leegyszerűsítés lenne, ha a technológiai átalakulások eredményét úgy mutatnánk be, mint egyszerűen egy technikai megoldás/rendszer felváltását egy másikkal. A technológiai rendszerek egymással való kölcsönhatásának lehetséges végeredményei ennél sokkal változatosabbak. A valódi kérdés az, hogy ebben a kölcsönhatásban milyen sajátos feltételek vezetnek egy meghatározott eredményhez.

A technológiai átalakulások társadalmi-társadalomszervezeti összefüggéseiről

A nagyléptékű technikai változások a társadalmi újratermelés kereteinek radikális átalakulásával járnak együtt, illetve maguk is radikális társadalmi változásokat generálhatnak. Új termelési ágazatok felemelkedése és a régiek leépülése együtt jár a foglalkozásszerkezet átalakulásával és a munkanélküliség dinamikájának megváltozásával. Nem lehet eléggé hangsúlyozni a schumpeteri elmélet relevanciáját a gazdaságszerkezet megváltozásával összefüggő tömeges munkanélküliség magyarázatában.

A foglalkoztatási szerkezet átalakulása hatással van a reálbérek változásaira s így végső soron az alkalmazottak mindenkori életszínvonalára és megélhetési lehetőségeire is. Mindezek együtt befolyásolják a szegénység és a relatív depriváció dinamikáját s azt is, hogy egyáltalán hogyan definiálják a szegénységet és deprivációt.

Új ágazatok felemelkedése és a régiek visszaszorulása a tulajdon- és jövedelmi viszonyok átrendeződését is maga után vonja: mindez a tulajdonviszonyokhoz, a munkamegosztási pozíciókhoz, a jövedelmek meghatározott elosztásához kapcsolódó társadalmilag generált és fenntartott egyenlőtlenségrendszer átalakulását is előidézi. Megváltozik a társadalmi terhek és javak, előnyök és hátrányok elosztásának logikája, sőt ezek addigi jelentése is újrafogalmazódhat. Új elitpozíciók születnek, és régiek szűnnek meg egyidejűleg. Az új ágazatok megszületése és addig virágzó ágazatok megszűnése nagy létszámú társadalmi csoportok felemelkedését vagy lesüllyedését von(hat)ja maga után, ami a foglalkozási struktúra megváltozásával együtt a társadalmi mobilitás folyamatainak és dinamikájának fő tartalmát adja, és azt meghatározza. Az elitpozíciók megváltozása, a foglalkozási struktúra átalakulása, az egyenlőtlenségrendszer újraformálódása, a szegénység dinamikájának módosulása és a mobilitás addigi irányainak és intenzitásának megváltozása képezi a technológiai paradigmaváltással együtt járó társadalmi átrétegződés fő aspektusait.

Az új ágazatok és termelési rendszerek megjelenése következtében megváltozhat az újratermelési folyamatok térszerkezete is: egyes hagyományos központok visszafejlődhetnek, ugyanakkor a termelés új gócpontjai növekedésnek indulhatnak, miközben a kommunikáció és szállítás új csatornái és hálózatai jönnek létre a központok között. Mindez természetesen impulzust ad a migrációnak: meghatározza annak sebességét, irányát és volumenét.

Mivel az uralkodó technológiai rendszereknek és a szabályozás-koordináció társadalmi formáinak egymással kompatibilisnek kell lenniük (vagyis működésük és változásuk során fenn kell tartaniuk a kompatibilitás minimálisan szükséges szintjét) a technostruktúra jelentős átalakulása általában szükségessé teszi a gazdasági és társadalompolitikai intézményrendszer átformálását; beleértve a szociálpolitikai és társadalombiztosítási rezsimeket is.

A technológiai paradigmaváltozás maga után vonhatja a munkakultúra és a termelésben résztvevők időmérlegének megváltozását is. Az új technológiák rendszerint újfajta javakat, fogyasztási eszközöket és lehetőségeket kínálnak, amelyek új fogyasztási szokásokat alakítanak ki. Megváltozik a mentalitás és az életmód.

A technológiai átalakulások és a társadalomszerkezeti-társadalomszervezeti változások egységes elméleti keretben interpretálhatók, a társadalmi újratermelés paradigmaváltásának különböző, de egymást kölcsönösen alakító aspektusaiként. A nagyléptékű technológiai átalakulások a társadalmi újratermelés legkülönbözőbb területein indíthatnak el változásokat és ugyanígy a társadalmi újratermelés különböző szféráiban bekövetkező változások is visszahatnak a technológiai rendszerekre: befolyásolják fejlődésük irányait és átalakulásuk ütemét.

Összefoglalásul: eredmények, tanulságok, hipotézisek

Először, fontosnak tartom tudatosítani, hogy a schumpeteri innováció-elmélet és a hozzá kapcsolódó modern innováció-kutatás a jelenkor legalapvetőbb gazdaság- és társadalompolitikai problémáinak megértéséhez, a gazdasági sikeresség és elmara-dottság és ezek társadalmi összefüggéseinek vizsgálatához és magyarázatához nyújt rendkívül hasznos és jól alkalmazható elméleti kiindulópontokat és eszközöket. A je-

lenleg zajló „informatikai ipari forradalom” folyamatának és hatásainak tudatában Schumpeter interpretációja a „kreatív destrukció” folyamatáról a gazdaságban és gondolatai az innovációk elterjedésének makrogazdasági és társadalmi hatásairól változatlanul aktuálisak és inspirálóak, így e témák beemelése a gazdaságszociológiai (sőt a gazdaság- és társadalompolitikai) diskurzus fő kérdései közé mindenképpen indokoltnak és fontosnak tűnik.

Másodszor, e tanulmány áttekintette az innovációs folyamat schumpeteri ábrázolásához kapcsolódó fontosabb kritikákat és kiegészítéseket az újabb szakirodalom relevánsnak tűnő és a szerző által elérhető része alapján. Az újdonság itt a szakirodalomban szétszórta jelenlevő észrevételek, bírálatok és javaslatok egységes keretbe foglalása. Erre az áttekintésre alapozva a kritikák és kiegészítések figyelembevételével kísérletet tettem az innovációs folyamat schumpeteri leírásának módosítására. Ez egyrészt a schumpeteri fogalmi rendszerben még benne rejlő linearitást sugalló, vagy determinizmust hordozó gondolati elemek kiküszöbölésével, másrészt a társadalmi szelekció, a visszacsatolások és a pre- és poszt-innovációs fejlesztések hatásmechanizmusának rövid bemutatásával és jelentőségének kiemelésével történik. Ez az eljárás lehetővé teszi, hogy a technológiai változást több fejlődési alternatívát és a társadalmi szelekciós mechanizmusok működését magában foglaló evolúciós folyamatként ábrázoljuk.

Harmadszor, az innováció nem írható le egyetlen, minden formájára érvényes folyamatmodell segítségével. Ehelyett más megoldást kell választani: azonosítani kell a különböző, tipikus evolúciós pályákat és azt kell megmagyarázni, hogy a konkrét esetekben az egyes újítási kísérletek miért járnak be eltérő utat. Végül soron a társadalmi szelekció működése generál eltérő innovációs pályákat és határozza meg a konkrét esetekben, hogy egy-egy újító próbálkozás melyik útra kerül. Ugyanakkor az innovációk sikeressége szempontjából komoly figyelmet érdemel, hogy a (gazdasági-demográfiai) *növekedés* is elősegítheti bizonyos innovációk alkalmazását. Emellett egy innováció más technikákkal való *társítása* is radikálisan bővítheti alkalmazhatóságának lehetőségeit. Egy új technológia más eljárásokkal való összekapcsolása lényegesen fokozza az adott innováció teljesítményét, illetve kiszélesíti használhatóságának körét; ez pedig növeli elfogadásának és elterjedésének valószínűségét. Mindez azt is érthetőbbé teszi és magyarázza, hogy az innovációk miért együtt, csoportokban jelennek meg inkább és hogy egy innováció önmagában, elszigetelten miért kerül kisebb valószínűséggel azonnali, széleskörű használatba.

Schumpeter innovációelméletének és a hozzákapcsolódó modern kutatásoknak a legfőbb tanulsága a gyakorlati társadalompolitika számára az, hogy egy közösség jóléte és integritása alapvetően függ attól, birtokolja-e korának csúcstechnológiáit. A gazdaság- és társadalompolitika mindenkor irányítóinak – tágabb értelemben pedig a gazdasági élet kulcsszereplőinek – készen kell állniuk a jelentős technológiai újítások befogadására, abszorpciójára, sőt jelentős technikai-szervezeti újítások önálló kezdeményezésére is. A hagyományos technológiákhoz kapcsolódó kiváltságokat és monopolpozíciókat féltékenyen őrző, illetve a pusztán e monopolpozíciók és kiváltságok újraosztását szorgalmazó elitmagatartás azonban ehhez aligha elégséges.

Egy elavuló technológiai rendszerben való „bennragadás”, az aktív innováció-politika és a vele szorosan együttműködő oktatás- és foglalkoztatáspolitikai elhanyagolása hosszú távon gazdasági lemaradást, a globális gazdasági kapcsolatokban egyre foko-

zódó gazdasági alárendelődést és autonómiavesztést hoz magával, ami elkerülhetetlenül az egyszer már megszerzett relatív jólét kényszerű feladásához vezet. Vajon nem ez áll-e a kelet-közép európai társadalmak 1980-as évekkel kezdődő világgazdasági eljelentéktelenedése, romló gazdasági teljesítményei, kiugróan rossz foglalkoztatási mutatói, adóalapjuk összezsugorodása, költségvetéseik krónikus és nehezen kezelhető hiánya és ezzel összefüggő eladósodásuk, társadalombiztosítási rendszereik egyre súlyosbodó finanszírozási válsága, a stagnáló reálbérek, a szegénység tömegessé válása, és – végső soron – alig javuló egészségügyi, ám radikálisan rosszabbodó demográfiai mutatóik – egyszerűen a társadalmi létük szinte minden területére kiterjedő súlyos válságjelenségek hátterében? A felsorolt problémák kétségkívül összetettek és aligha magyarázhatók *kizárólag* az innováció-politika és a társadalmi-gazdasági megújuló-képesség fogyatékosságaival. Azonban legalábbis hipotézisszerűen megfogalmazható, hogy az említett súlyos társadalmi problémák kialakulásában a kelet-közép európai társadalmak gyenge innovációs teljesítménye, az új jövedelemtermelő és munkaerőt foglalkoztató húzóágazatok meghonosításának elmaradása és az ezt segítő intézményi háttér kiépülésének lassúsága fontos szerepet játszhatott.

Schumpeter és hozzá hasonlóan Th. Hughes is megmutatta, hogy egy innováció vagy egy új technológiai rendszer, miután bevezetésének kezdeti nehézségein túljutott és sikeresnek bizonyult, terjedése során szinte kényszerítő erővel formálja át társadalmi környezetét. A társadalmi lét minden területén átsugárzó radikális technikai és szervezeti innovációk, ha nem velünk és általunk, akkor nélkülünk és ellenünkre törnek utat maguknak. E változások irányát és hatásait időben felismerve az átalakulás befolyásolói vagy irányítói és végső soron nyertesei lehetünk. A technikai-szervezeti újításoktól való elzárkózás vagy bevezetésük lassúsága azonban kényszerűen oda vezet, hogy még a korábban oly nehezen megszerzett és nagyon is viszonylagos anyagi biztonság megőrzése is lehetetlenné válik, mert alapjai a gazdasági-technológiai elmaradottság növekedésével fokozatosan, de elkerülhetetlenül erodálódnak.

Irodalom

- Allen, R.L. (1991): *Opening Doors. The Life and Work of J. Schumpeter I-II*. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Arthur, W.B. (1989): Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Historical Events. *Economic Journal*, 99(1): 116–131.
- Bijker, W.E.–Hughes, Th.P.–Pinch, T.J. eds. (1987): *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, Mass.: The MIT Pr.
- Blackmore, S. (1999): *The Meme Machine*. Oxford: Oxford UP.
- Boserup, E. (1965) *The Conditions of Agricultural Growth*. London: G. Allen and Unwin.
- Bottomore, T. (1992): *Between Marginalism and Marxism. The economic sociology of J.A. Schumpeter*. New York: St. Martin Pr.
- Braudel, F. (1979): *Civilization and Capitalism: 15-18th Centuries*. Vol 3. New York.
- Brouwer, M. (1991) *Schumpeterian Puzzles. Technological Competition and Economic Evolution*. Ann Arbor: Michigan UP.

- Bush, V. (1946): *Endless Frontiers*. Washington D.C.: The Free Pr.
- Callon, M. (1987): Society in the Making: the Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis. In Bijker, W.E.–Hughes, Th.P.–Pinch, T.J. eds.: *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, Mass.: The MIT Pr., 83–103.
- David, P.A. 1985 Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, 75(2): 332–337.
- Dosi, G. –Freeman, C. –Nelson, R. –Silverberg, G. –Soete, L. eds. (1988): *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter.
- Freeman, C. (1994): The Economics of Technical Change. *Cambridge Journal of Economics*, 18: 463–514.
- Freeman, C.–Soete, L. (1997): *The Economics of Industrial Innovation*. London: Pinter.
- Freeman, C.–Louca, F. (2001): *As Time Goes by*. Oxford: Oxford UP.
- Fox, R. ed. (1996): *Technological Change. Methods and Themes in the History of Technology*. Amsterdam, The Netherlands: Harwood Acad. Publ.
- Gerschenkron, A. (1962): *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Cambridge MA.: Belknap Pr.
- Grübler, A. (1998): *Technology and Global Change*. Cambridge: Cambridge UP.
- Havas A. (1998): Innovációs elméletek és modellek. In Inzelt A. szerk. (1998): *Bevezetés az innováció-menedzsmentbe*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 33–57.
- Hanusch, H. ed. (1999): *The Legacy of J.A. Schumpeter I-II*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Hodgson, G.M. (1993): *Economics and Evolution*. Cambridge: Polity Pr.
- Huber, J. (2001): *Allgemeine Umweltsoziologie*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Hughes, Th.P. (1983): *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880–1930*. Baltimore: John Hopkins UP.
- Hughes, Th.P. (1987): The Evolution of Large Technological Systems. In Bijker, W.E.–Hughes, Th.P.–Pinch, T.J. eds.: *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, Mass.: The MIT Pr., 51–82.
- Hughes, Th.P. 1994 Technological Momentum. In Smith, M.R.–Marx, L. eds.: *Does Technology Drive History?* Cambridge, Mass.: The MIT Pr., 101–114.
- Kuhn, T. (1970): *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: Chicago UP.
- Laurila, J. (2000): Organisaatiot ja teknologian muutos. In Lemola, T. ed. (2000): *Näkökulmia teknologiaan*. Helsinki: Gaudeamus, 242–256.
- Law, John 1987 Technology and Heterogenous Engineering. In Bijker, W.E.–Hughes, Th.P.–Pinch, T.J. eds.: *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, Mass.: The MIT Pr., 111–134.
- Lee, R.D. (1986): Malthus and Boserup: a Dynamic Synthesis. In Coleman, D. –Schofield, R. eds.: *The State of Population Theory*. Oxford: Blackwell, 96–130.

- Lemola, T. ed. (2000): *Näkökulmia teknologiaan*. Helsinki: Gaudeamus.
- Leskinen, J. (2000): Michel Callon ja sosiologian materialisointi. In Lemola, T. ed.: *Näkökulmia teknologiaan*. Helsinki: Gaudeamus, 176–192.
- Madarász Aladár (1980): *Bevezető a "Gazdasági fejlődés elméletének" magyar kiadásához*. Budapest: KJK.
- Michelsen, K.E. (2000): Onko teknologialla menneisyyttä? Pohdintoja teknologian historiasta ja sen tutkimisesta. In Lemola, T. ed.: *Näkökulmia teknologiaan*. Helsinki: Gaudeamus, 62–89.
- Mokyr, J. (1996): Evolution and Technological Change: a new Metaphor for Economic History? In Fox, R. ed.: *Technological Change. Methods and Themes in the History of Technology*. Amsterdam, The Netherlands: Harwood Acad. Publ., 63–83.
- Nelson, R.R.–Winter, S. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass.: Harvard UP.
- Nelson, R.R. (1990): Capitalism as an Engine of Progress. *Research Policy*, 19: 193–214.
- Nelson, R.R. (2000): Selection Criteria and Selection Processes in Cultural Evolution Theories. In Ziman, J. ed.: *Technological Innovation as an Evolutionary Process*. Cambridge: Cambridge UP.
- Pantzar, M. (2000): Tuotegenetiikkaa ja tavaraekologiaa. Kohti tavaramaailman orgaanista kuvaa. In Lemola, T. ed.: *Näkökulmia teknologiaan*. Helsinki: Gaudeamus, 109–127.
- Peltola, T. (2001): Verkoston suhteet ja toiminnan muotoutuminen. In Haila, Y.–Jokinen, P. eds.: *Ympäristöpolitiikka*. Tampere: Vastapaino, 182–197.
- Pinch, T. (1996): The Social Construction of Technology: a Review. In Fox, R. ed.: *Technological Change. Methods and Themes in the History of Technology*. Amsterdam, The Netherlands: Harwood Acad. Publ., 17–35.
- Pinch, T.–Bijker, W. (1987): The Social Construction of Facts and Artifacts. In Bijker, W.E.–Hughes, Th.P.–Pinch, T.J. eds.: *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, Mass.: The MIT Pr., 17–50.
- Rogers, E. (1983): *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press.
- Rosenberg, N. (1982): *Inside the Black Box. Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1996): *Uncertainty and Technological Change*. In Landau et al. (eds.): *The Mosaic of Economic Growth*. Stanford, California: Stanford UP.
- Rosenberg, N. (2000): *Schumpeter and the Endogeneity of Technology*. London: Routledge.
- Ruttan, V.W. (1959): Usher and Schumpeter on invention, innovation and technological change. Wood, J.C.: *J. A. Schumpeter. Critical Assessments I-IV*. London-New York: Routledge, vol. II.: 333–341.

- Ruttan, V.W. (2001): *Technology, Growth and Development*. Oxford: Oxford UP.
- Scherer, F. (1984): *Innovation and Growth*. Cambridge, Mass.: The MIT Pr.
- Schumpeter, J.A. (1911): *Theory of Economic Development/Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*. Berlin: Duncker&Humblot, 1987 (7).
- Schumpeter J.A. (1935): The Analysis of Economic Change. *The Review of Economic Statistics*, 17: 2–10.
- Schumpeter J.A. (1939): *Business Cycles vol. 1-2*. Pennsylvania: Porcupine Pr. Philadelphia, 1982.
- Schumpeter J.A. (1994[1943]): *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: Routledge, 1994.
- Smith, M.R.–Marx, L. eds. (1994): *Does Technology Drive History?* Cambridge, Mass.: The MIT Pr.
- Szántó B. (1988): *A teremő technológia*. Budapest: KJK.
- Vago, S. 1996: *Social Change*. New Jersey: Prentice Hall.
- Wood, J.C. (1991): *J. A. Schumpeter. Critical Assessments I-IV*. London-New York: Routledge.