

**Farkas János**

**AZ INNOVÁCIÓ FOGALMA  
ÉS IRÁNYZATAI\***

**INNOVÁCIÓ**

Hagyományosan az innovációt az új technika első sikeres alkalmazása-ként határozzuk meg, amely a technikafejlődési folyamatban részt vevők cselekvéseinek és interakcióinak az eredménye. Mivel néhány innováció jobban beleillik a már létező technikai rendszerbe, míg mások radikálisan különböznek tőlük, ezért néhány közgazdász (Freeman és Perez 1988, Abernathy és Clark 1985) az innovációk taxonómiáját javasolják. Különbséget tesznek a radikális és az inkrementális (folyamatos) innovációk között. A definíció szerint a radikális innovációk változásokat idéznek elő a folyamatban, termékben és a szervezetben, azaz, amikor a létező technikai rendszert adaptálják az új technikához. A technikai rendszeren nemcsak fizikai hardvert értenek, amit a termelési folyamatban használnak, de a tőkekiadásokat, a fizikai infrastruktúrát, a beszállítók és a vevők közötti üzleti kapcsolatokat is itt tartják számon. De ide számítják a megfelelő termelési rutinokat, ügyességeket és technikai szabványokat, a kormányzati szabályokat és a törvényhozást, a preferenciákat és a különböző nézeteket is. Évtizedeken keresztül (a diffúzió után) a radikális innovációknak jelentős hatásuk lehet. Az inkrementális innovációk folyamatosan előfordulnak bármely iparágban, bár országoként és iparáganként különböző arányban. Noha összetett hatásuk fontos lehet, de egyetlen inkrementális innovációnak sincs nagy hatása.

**KÖZGAZDÁSZOK AZ INNOVÁCIÓRÓL**

A fővonalban (mainstream) dolgozó neoklasszikus közgazdászok a technikai fejlődést *exogén tényezőként* fogták fel, amelyet más szereplők

---

\* A tanulmány alapjául szolgált – többek között – Harmsen, R. és Luiten, E: *Understanding the development: An operationalisation of a conceptual model of nine forces*, Utrecht University, 1999 (a preliminary version) c. közleménye.

nem tudnak befolyásolni, és ezért önmagában nem tanulmányozható. Az egyik korai kivétel Schumpeter volt. Elsőnek fókuszált az innovációs folyamatra. Úgy fogta fel az innovációt, mint amely döntő tényező a gazdasági növekedés szempontjából (Schumpeter 1939). A gazdaságtörténetben hangsúlyozta a technikai diszkontinuitás fontosságát, világos különbséget tett invenció, innováció és diffúzió között. Az invenció szakaszban a technika technológiailag lehetséges. Amikor belépünk az innovációs szakaszba, a technika kereskedelmi hasznot hoz. Egy *vállalkozóra* vár, aki mérészen megragadja ennek (gazdasági) lehetőségeit. Schumpeter szerint a diffúzió lényegében a technikai imitáció (utánzás) folyamata. Schumpeter az innovációkat a gazdaság és a társadalmi rendszerek hajtóerejének tekintette, noha nem tanulmányozta ezek fejlődését. Rosenberg egyike volt az első közgazdászoknak, aki kritizálta Schumpeter háromszakaszos invenció–innováció–diffúzió modelljét (Rosenberg 1976, 1982). Hangsúlyozta – ennek specifikus jellege miatt – a technikai fejlődés jelenlétét mind a fejlesztési, mind a diffúziós szakaszban. Az innováció után előálló tanulási folyamatok vezetnek a technika javulásaihoz és optimalizálásaihoz. Tételének támogatására Rosenberg bevezette a *learning-by-doing* (csinálva tanulni) fogalmát és a *learning-by-using* (alkalmazás közben tanulni) diffúzióorientált fogalmát, és hangsúlyozta a *komplementáris* tudás jelentőségét a fejlesztési pályákban.

Solow (1957) szintén neoklasszikus közgazdász volt, mégis a technikai haladást *endogén* tényezőnek vélte, ami fontos a gazdasági növekedés számára. A technikai haladást *reziduumnak* tekintették: ez a maradék hatótényező, ha a gazdasági növekedést már megmagyaráztuk a munka és a tőke hatásainak számbavételével. Amit pedig nem tudunk a munkával és tőkével értelmezni, az a tudományból és technikai fejlődésből adódó maradványtöbblet, a reziduum (vö. még Coombs 1987).

Schumpeter eszméi által ösztönözve egy új közgazdasági gondolkodási iskola keletkezett: az *evolúciós gazdaságtan*. Az evolúciós közgazdászok más irányt vettek. Megpróbálták endogenizálni a technikai változást. Elméleteik ténylegesen alternatívái a neoklasszikus közgazdaságtannak (vö. Dosi 1988). Nézeteik szerint a technikát a cégek azért fejlesztik, hogy előnyre tegyenek szert a versenyző cégekkel szemben. De ez csak akkor éri meg a bajlódást, ha az újonnan kifejlesztett technika nem elérhető más cégek számára.

Nelson és Winter (1977) azokkal a bizonytalanságokkal kezdték, amelyekkel a cégeknek szembe kell nézniük: 1.) a cégek előzetesen nem tudják, mely technika lesz a sikeres, 2.) nem képesek ellenőrizni az összes technikai alternatíva lehetőségét, és ezért 3.) viselkedésük nem

„maximalizáló” mint a neoklasszikus elméletben. Ezen alapulva Nelson és Winter állítják, hogy a cégek *heurisztikus keresési rutinokat* alkalmaznak. A bizonytalanságok miatt a cégek hajlanak bizonyos ismerős és ismert útvonalak mentén innoválni. A heurisztika irányítja a *technikai trajektóriákat* (pályákat), azaz a technikai fejlesztés megkülönböztetett útjait, a cégek kognitív vonatkozási kereteit. Ezek mintákat hoznak létre a technikai fejlődésben, amelyeket Nelson és Winter *technikai rezsimeknek*, Dosi (1982) pedig *technikai paradigmának* és Sahal (1985) *technikai útjelzőtáblának* neveznek. A technikai paradigma létezése és így a technikai pályák előfordulása más fejlesztések *kizárásához* (exklúziójához) vezet (Dosi 1982).

A heurisztikus keresési rutinok hatására a cégek új *variációkat* termelnek, amelyek vagy sikeresek, vagy nem a *környezeti szelekcióban* (selection environment). Ez a szelekciós környezet nemcsak a piacot sűríti magába, de az intézményi struktúrákat is. Az evolúciós közgazdászok szerint a variáció és a szelekció fogalmi központi szerepet játszanak a technikai fejlődés folyamatában.

Az evolúciós közgazdaságtanon belül különböző áramlatok fejlődtek ki. A szociológusok (vö. Belt és Rip 1987) az evolúciós megközelítést kiegészítették azzal, hogy a hagyományosan diffúzióorientált szelekció nem független a variációtól (ami hagyományosan fejlesztésorientált), és így a variáció maga nem véletlenszerű. Emé gondolkodási iskolát *kvázievolúciós közgazdaságtannak* nevezik. Belt és Rip szerint a cégek technikára orientált szemléletüket egyre inkább átfókuszálják a társadalomorientáltság szempontjára (vö. Sociologists and Historians on innovation).

David (1986) és Arthur (1988) más evolúciós közgazdászokat kiegészítve a nem optimális eredmények előfordulását hangsúlyozzák. Úttörő munkát végeztek az *útfüggőség* (path dependency) és a *növekvő adaptációs hozam* fogalmi megalkotásával. Esméjük szerint a piacszelekció garantálja a konvergenciát egy optimálisan uralkodó tervezéshez. Egy technikát nem azért választanak, mert hatékony, ez csak akkor válik hatékonyvá, amikor kiválasztják. Mindkét szerző hangsúlyozza, hogy a szereplők bizonyos mértékig döntéseiket ráépítik a létező (gyakran rejtett) tudásbázisukra, amivel keresési mintáikat egy lokális tudásterületre korlátozzák. A létező specifikus technikai tudás, a létező infrastruktúra és a *beruházott érdekek* megnehezítik, hogy letérjenek a választott útról. Arthur növekvő adaptációs (vagy pozitív visszacsatolás) hozam fogalma megköveteli a technikák javulását. A cégek adoptálják a technikákat, eközben tapasztalatokat szereznek, ami a további fejlődést irányítja (Arthur 1990). A növekvő adaptációs hozamot meg lehet magyarázni pl. a learning by usinggal (Rosenberg 1982). Minél több

technikát alkalmaznak, annál többet használják. Meg lehet magyarázni a technika tanulásával és így a jobb ismerettel és megértéssel, ami a *scale economics* (méret nagyság) eredménye. A hálózati externáliák (Katz és Shapiro 1985) alapján, minél több másik használó van, annál valószínűbb, hogy hasznot húznak mások tapasztalataiból és fejlesztési tevékenységeiből. A *technikai kölcsönkapcsolatok* révén is gyarapodnak a tapasztalatok (Frankel 1955). Az adaptált technikák megtestesülnek a létező technikai rendszerben, miközben az új technikák igényelhetik a létező rendszer (részleges) lebontását.

Amíg Nelson és Winter korábbi munkája azt hangsúlyozza, hogy a piac a fő szelekciós környezete a technikának, későbbi munkájuk az *intézményi elemekre* mint determinánsokra fókuszál, melyek befolyásolják egy cég döntési viselkedését a technikai fejlesztés esetében. Vannak nemzeti innovációs rendszerek (NIS), (vö. Freeman 1987, Lundvall 1988 és Nelson 1993), és található regionális szinten is ilyenek. A nemzeti tudományos és technikai rendszerek szisztemikus integrációját a nemzetgazdaság nagyobb intézményi, kulturális és ipari struktúráiban hangsúlyozzák. Freeman úgy határozta meg a NIS fogalmát, mint az intézmények hálózatát a köz- és a magánszektorokban, amelyek aktivitásai és interakciói ösztönzik, importálják, módosítják és diffundálják az új technikákat (Freeman 1987). A rendszer fogalmán belül az együttműködés révén a szereplők tanulási folyamata (*learning by interacting*) lesz a döntő, különösen az új technikák használói és ellátói között (Lundvall, 1988). Az innovációt társadalmi folyamatnak tekintik, amely a hálózatokban keletkezik a legsikeresebben. Intenzív interakció jön létre a termelői javak, szolgáltatások, technikák és tudások termelői és vevői között, beleértve a nyilvános tudás olyan infrastruktúrális szervezeteit, mint az egyetemeket és a félközösségi (állami) kutatóintézeteket. A rendszerfogalom a technikapolitika fókuszát az intézmények közötti kölcsönjáték irányába mozdítja el. Az interaktív folyamatokra úgy tekintenek, mint amelyek létrehozzák a tudást, de egyben létrehozzák ennek diffúzióját és alkalmazását is.

A hálózatokat úgy is lehet nézni, mint amelyek a piacok és a hierarchiák között lévő gazdasági szervezetek speciális formái (vö. Powell 1990 és Williamson 1985). Ezek koordinációs mechanizmusokat nyújtanak, mivel a gazdasági cselekvők sokféle módon össze vannak kötve. Az anonim viszonyokat kiegészítik a piacon a formális, egyenlőtlen viszonyok. A hierarchiában, a hálózatokban az informális kapcsolatok az egyenlő és a részben *interdependens* cselekvők között alakulnak ki.

A szakirodalom különböző módokon foglalkozik az olyan témákkal, mint a tanulás és az innováció. Ezt összekapcsolják az üzletvezetés szem-

pontjával, amely vizsgálja a cégek kontextusának hatását ezek innovativitására (vö. Porter, 1990). Foglalkoznak azzal is, milyen módon kell megszervezni a cégeket, hogy optimalizálják innovatív viselkedésüket. Például Håkansson (1987) a szervezeti fókuszot összekapcsolja az ipari hálózati cégekkel. Megvizsgálja, hogy a hálózatban működő cégeknek milyen a viszonyuk a kutatási intézetekkel, ellátó vállalatokkal vagy vevőkkel. A cégek olyan szereplők, amelyek erőforrásokat birtokolnak és használnak fel. A tudás, az ügyesség és a pénz lehetnek ilyen erőforrások, amelyek segítségével végrehajtják cselekvéseiket. Eközben összekapcsolódnak más szereplőkkel egy hálózati struktúrában. A technikákat a szereplők közötti interakciókon keresztül formálják, mivel a technikai fejlesztésben a tudástermelés, az erőforrás-mobilizáció és az erőforrás-koordináció fontos folyamatai állnak elő a különböző szereplők között (Håkansson 1989).

## SZOCIOLÓGUSOK ÉS TÖRTÉNÉSZEK AZ INNOVÁCIÓRÓL

A szociológusok is vizsgálják a technikai fejlődést, mivel ez nemcsak a gazdasági, de a társadalmi folyamatokra is vonatkozik. Kutatásuk figyelme azon társadalmi interakciók természetére és jellegzetességeire irányul, amelyek megalapozzák a technikai változást. A technikai fejlődés kontextusának részletes elemzését végezte el pl. Pinch és Bijker (1987), miközben használták a *technika társadalmi konstrukciója* (social construction of technology SCOT) módszert. Megemlítem még Law (1987) *heterogén hálózat* (heterogenous network) módszerét, Callon (1987, 1992) *cselekvőhálózat* (actor-network) és *technikai-gazdasági hálózat* (techno-economic network=TEN) módszereit.

Bijker (1987, 1990) szerint a technikai termékeknek *interpretatív rugalmassága* (interpretative flexibility) van. Különböző szereplők különböző problémaértelmezést adnak ugyanazon termékeknek, és ezért különböző *problémadefiníciójuk* van. Az értelmezés rugalmassága addig marad meg, amíg egyik értelmezés sem válik dominánssá, azaz amíg a probléma-definíció még nem stabilizálódott egyik értelmezés körül sem. Bijker azt állítja, hogy az értelmezés *lezárása* (closure) innovációhoz kell vezetessen. Az értelmezés növekvő dominanciája folyamatán keresztül egy társadalmi csoport *technikai keretet, rendszert* (technological frame) hoz létre. Noha csak egy sajátos rendszer válhat dominánssá, az összes szereplő nem egyformán involválódik ebben a rendszerben. Az *inklúciónak* (befogadásnak) különböző foka létezik. Az erősen kizárt szereplők inkrementális ja-

vításokkal akarják a problémákat megoldani, míg a kevésbé kizártak a technikai rendszerbe radikálisan különböző megoldásokat fognak bevezetni.

A cselekvőhálózat módszer szerint (Callon, 1987) a változás minden formája, beleértve a technikai változást, a szereplőhálózatok változása. Az actor-hálózatok *heterogén entitásokat* tartalmaznak, amelyekben a technikai nincs világosan elhatárolva a társadalmitól, a kulturálistól vagy a gazdaságitól. A priori nincs különbség a humán és a nem humán szereplők között. Callon szereplőhálózatával szemben mások az „actor” szót csak cégek, szervezetek és intézmények megjelölésére használják, és nem tartják fenn technikai termékek számára. A technikák fejlődését az actor-network fejlődésének tekintik. Az aktorok *bevesznek és áthelyeznek* (translate) más aktorokat, értékeket és érdekeket olyan módon, hogy a különböző aktorok közötti kapcsolatok kialakulnak, erősödnek vagy megszakadnak. (vö. szintén Callon és Law, 1982). A translator (fordító) az uralkodó aktor, aki kiváltja a dinamikát az aktorhálózatban. Az aktorhálózatban más entitások mobilizációján keresztül ez a fordító megkísérli megoldani az adott problémát. A kifejlesztett technika a hálózatban lévő különböző heterogén szereplők interakciójának az eredménye. A szelekció bázisa a fontos szereplők közötti konszenzus a problémákról és a megoldásokról. Az eredmény egy erőteljes konfiguráció. E konfiguráció *robuztossága* (erőssége) ama mechanizmusok részletes leírása révén történik, amelyeken keresztül ezt megkonstruálták.

Callon egy legújabb munkájában (Callon et al., 1992) a hálózatok keletkezése, mintái és dinamikája kerültek ismét a figyelem középpontjába. Az aktorhálózatok technogazdasági hálózatokká, TEN-ekké alakulnak át. Míg Callon korábban a lefordításra (translation) fókuszált, azaz a szereplők közötti elemi interakciót tekintette „magfogalomnak” (core), most a definíciók – a világ materializálódott leírásai – kerültek e munka középpontjába. Az aktorokról mint a figyelem kulcsegységéről a figyelem áttevődött a materializálódott „szövegekre”, azaz az állítások, cselekvések és termékek (artifacts) olyan csoportjára, amelyek mások által olvashatók és viszonylag függetlenek a szöveg „szerzőjének” szándékaitól. Mások, a „közvetítők” a szöveget „elolvassák” és értelmezik. Ez az értelmezés megerősíti a cselekvőket abban, hogy bizonyos módon cselekedjenek. A TEN a közvetítők cirkulációjáról szól, akik sorba állítottak és aggregáltak.

A kvázievolúciós közgazdaságtant már ismerttettem a közgazdasági irányzatoknál. Olyan munkák reprezentálják, mint pl. Rip (1995), Lente (1993) és Schaeffer (1998). A kvázievolúciós közgazdászok az evolúciós köz-

gazdászok fogalmi keretei felé mozdulnak el. A cégekre történő szűk fókuszálás helyett sokkal inkább érdeklődnek a technikai fejlődés dinamikája, semmint a gazdasági folyamatok iránt. Az evolúciós gazdaságtanról szóló szociológiai értelmezésük bevezette a *várakozások* (elvárások, expectations) fogalmát. Ez a vezérfonal a szereplők közötti interakciók és aktivitások szempontjából. A várakozások (elvárások) összekapcsolják a variációt és a szelekciót. Ha ezeket az elvárásokat sokan osztják, akkor egy erős *aktor-összekapcsoltság* (actor-interrelatedness) fejlődik ki (Schaeffer 1998). Ebben az esetben ezek uralhatják a tevékenységek napirendjét (Lente 1993). A variáció és a szelekció közötti kapcsolatok előfordulhatnak a *nexusban*, egy intézményben vagy osztályon, amely hordozza és formálja az interakciót a szocietális és a piaci követelmények és a technikai lehetőségek között (Belt és Rip 1987).

A szelekciós környezet aktívan módosítható annak érdekében, hogy növeljük a technika túlélési esélyeit. Erre építve a kvázievolucionalista közgazdászok megalkották a *niche* (élethely) eszméjét. Ez valamiféle variációvédő, és az elvárásokat ehhez kapcsolták, szembeállítva a túl gyors és rigid szelekcióval. A kvázievolucionalista megközelítés keretet nyújt a különböző (mikro-, mezo- és makro-) szinteken lévő releváns folyamatok felismeréséhez (vö.: Rip és Kemp 1998, Lente 1993).

A rendszermetafórát a technikat tanulmányokban főleg a történészek alkalmazzák. A nagy *szociotechnikai rendszerek* (pl. energiaellátás, távközlés vagy közlekedés) evolúciójának és átalakulásának vizsgálata történeti szempontból azt mutatja, hogy a *technikai interdependencia* és a *momentum* (hajtóerő) a jövőbeli technikai pályát erősen meghatározhatják. A történeti megközelítést nagymértékben inspirálta Hughes munkája (1983 és 1987). Az ő rendszermegközelítése a technikai fejlődést a heterogén (technikai, társadalmi, jogi, földrajzi) komponensek rendszerének növekedéseként fogja fel, amelyek egymással összekapcsolódnak. Ezek a komponensek egy úgynevezett *seamless webet* (varrat nélküli háló, szövetek, szövet) hoznak létre. Az egyik komponensben előálló változások hatással lesznek a rendszer más elemeire. A rendszer növekedése nem szabályos, noha van inherens logikája. A komponenseket, amelyek hátráltatják a teljes rendszer növekedését, *reverse salients*-nek (szűk keresztmetszetnek, párkánynak) nevezik. Ezek a kiszögellések (kudarcpárkányok) a belső (a rendszer kötelékein belül) vagy a külső (a rendszer kötelékein kívül) lévő tényezők miatt keletkeznek. Ezek a kudarcpontok a kreatív folyamat lényegei. A *rendszerépítők* (system builders) a rendszer vezetői vagy támogatói, akik tipikusan műszaki szakemberek. Ők kiváló *vállalkozói* képességekkel ezeket a kudarcpontokat kri-

tikus problémákká fordítják le, alakítják át. Egy bizonyos nagyság (méret) fölött egy technikai rendszer megköveteli a maga saját dinamikáját. Az érem másik oldala az, hogy az ún. momentum a rendszer tehetetlenségének eredménye lehet. A technikai rendszer megtestesül a tőkébe való beruházás révén, az érdekelt szereplők megszervezése útján és ama tudáson és gyakorlatokon keresztül, amelyek közösen működnek a rendszeren belül.

## FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM

- ABERNATHY, W. and CLARK, K.: Innovation: mapping the winds of creative destruction, in: *Research Policy*, vol. 14, p. 3–22, 1985.
- ARTHUR, W. B.: Competing technologies: an overview, in: Dosi et al. (ed), *Technical change and economic theory*, London, 1988.
- ARTHUR, W. B.: Positive feedbacks in the economy, in: *Scientific American*, p. 116-131, February, 1990.
- BELT, H. (van de) and Rip, A: The Nelson-Winter-Dosi model and synthetic dye chemistry, in: Bijker, W.E. et al. (ed), *The social construction of technological systems*, London, 1987.
- BIJKER, W. W.: *The social construction of technological systems*, London, 1987.
- BIJKER, W. W.: *The social construction of technology*, Twente University, 1990 (academic thesis)
- CALLON, M.: Society in the making: The study of technology as a tool for sociological analysis, in: Bijker, W.E, et al. (ed), *The social construction of technological systems*, London, 1987.
- CALLON et al: The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks: The case of AFME, in: *Research Policy*, vol. 21, p. 215–236, 1992.
- COOMBS, R. et al: *Economics and technological change*, London, 1987.
- DAVID, P: Understanding the economics of QWERTY: the necessity of history, in: W. N. Parker (ed), *Economic history and the modern economist*, Oxford/New York, 1986.
- DOSI, G.: Technological paradigms and technological trajectories, in: *Research Policy*, vol. 11. p. 147–162, 1982.
- DOSI, G. at al: (ed): *Technical change and economic theory*, London, 1988.
- FRANKEL, M: Obsolescence and technological change in a maturing economy, in: *American Economic Review*, vol. 45, p. 296–319, 1955.



- FREEMAN, C.: *Technology policy and economic performance*. Lessons from Japan, London, 1987.
- FREEMAN, C. – PEREZ, C.: Structural crisis of adjustment: business cycles and investment behaviour, in: Dosi et al. (ed), *Technical change and economic theory*, London, 1988.
- HÁKANSSON, H.: (ed): *Industrial technological developments: a network approach*, London, 1987.
- HÁKANSSON, H.: *Corporate technological behaviour*, London, 1989.
- HUGHES, T. P.: *Networks of power*, London, 1983.
- HUGHES, T. P.: The evolution of large technological systems, in: Bijker, W. E. et al. (ed), *The social construction of technological systems*, London, 1987.
- KATZ, M. – SHAPIRO, C.: Network externalities, competition and compatibility, in: *American Economic Review*, vol. 75. p. 424–440, 1985.
- LAW, J.: Technology and heterogeneous engineering: the case of Portuguese expansion, in: Bijker, W.E. et al. (ed), *The social construction of technological systems*, London, 1987.
- LENTE, H. van: *Promising technology: The dynamics of expectations in technological developments.*, Twente University, 1993. (academic thesis)
- LUNDEVALL, B. A.: Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation, in: Dosi et al. (ed), *Technical change and economic theory*, London, 1988.
- NELSON, R. R. and Winter, S. G.: In search of a useful theory of innovation, in: *Research Policy*, vol. 6. no.1. p. 36–76, 1977.
- NELSON, R. R. (ed): *National Systems of Innovation: a comparative study*, Oxford, 1993.
- PINCH, T. J. – BIJKER, W. E.: The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other, in: Bijker, W.E. et al, (ed), *The social construction of technological systems*, London, 1987.
- PORTER, M. E.: *The competitive advantage of nations*, London, 1990.
- POWELL, W. W: Neither market nor hierarchy: Networks forms of organisation, in: *Research in Organisational Behaviour*, vol. 12. p. 295–336, 1990.
- RIP, A: Introduction of new technology: making use of recent insights from sociology and economics of technology, in: *Technology analysis and strategic managements*, vol. 7. no. 4. p. 417–431, 1995.
- RIP, A. – KEMPE, R.: Technological Change, in: Rayner, S. and Malone, E.L. (ed), *Human choice and climate change*, vol. 2. ch. 6. p. 327–399, 1998.

- ROSENBERG, N. (ed): *Inside the black box*, Cambridge, 1982.
- SAHAL, D.: Technological guideposts and innovation avenues, in: *Research Policy*, vol. 14, p. 61–82, 1985.
- SCHAEFFER, G. J.: *Fuel cells for the future: a contribution to technology forecasting from a technology dynamics perspective*, Twente University, 1998 (academic thesis)
- SCHUMPETER, P.: *Business cycles*, New York, 1939. Rosenberg, N. (ed), *Inside the black box*, Cambridge, 1982.
- SOLOW, R.: Technical change and the aggregate production function, in: *Review of Economics and Statistics*, vol. 39., p. 312–320, 1957.
- WILLIAMSON, O. E.: *The economic institutions of capitalism*, New York, 1985.