

NATHAN ROSENBERG:

TECHNOLÓGIAI FEJLŐDÉS ÉS GAZDASÁGI NÖVEKEDÉS

I. A TÖRTÉNELMI TAPASZTALAT SOKFÉLELÉSÉGE

A. Az ipari forradalom háttere

A technikai fejlődéssel kapcsolatos, központi jelentőségű történelmi kérdések egyike e fejlődés tér- és időbeli változékonyságára vonatkozik. A történelem egyik legfeltűnőbb ténye, hogy a különböző társadalmak igen eltérő módon voltak képesek a gazdasági szükségleteiknek megfelelő technikai újítások létrehozására. Sőt, szélsőséges változékonyságot mutat az a képesség és könnyedség is, amellyel a társadalmak elfogadták és hasznosították a máshol kifejlesztett technológiai újításokat. Ráadásul az egyes társadalmak elkülönült történelmi fejlődésük folyamán szemmel láthatólag megváltoztatták technológiai dinamizmusuk méreteit és intenzitását. E – kellően még fel nem tárt – különbségek okai nyilván számos összetett és bonyolult szálon kötődnek a nagyobb társadalmi rendszerek működéséhez, intézményeihez, értékeihez és ösztönző struktúráihoz.

E kérdésekkel természetesen – direkt vagy indirekt módon – a társadalomtörténet és -elmélet legnagyobb képviselői is foglalkoztak. Karl Marx szerint a technológiai dinamizmus közvetlen kapcsolatban áll a kapitalista intézmények történelmi kialakulásával. Szerinte a kapitalizmus azért vezet a termelékenység nagyarányú növekedéséhez, mert rendkívül erőteljes ösztönzőket és intézményeket hoz létre a technológiai változás és a tőkefelhalmozás meggyorsítására. Ahogy Marx és Engles *A kommunista kiáltvány*-ban megfogalmazza, a burzsoázia „elsőként mutatta meg, mire képes az emberi tevékenység. Az egyiptomi piramisokat, a római vízvezetékeket és a gótikus katedrálisokat messze túlszárnyazló csodákat valósított meg.” /Marx és Engles 1848; 1951/ Ennek az az oka, hogy a kapitalista osztály a történelem első olyan uralkodó osztálya, amelynek az érdekei a status quo fenntartása helyett elválaszthatatlanul összekapcsolódtak a technikai változással. Ahogy *A kommunista kiáltvány* kifejezi: „A burzsoázia nem létezhet a termelési eszközök forradalmasítása, ebből következőleg pedig a termelési viszonyok és a társadalom valamennyi viszonyának állandó forradalmasítása nélkül. A korábbi iparos osztályok fő létfeltétele – éppen ellenkezőleg – a régi ter-

lési viszonyok változatlan formában való megőrzése volt.” /Marx és Engels 1848; 1951/ Marx – a 16. század növekvő profitszerzési lehetőségeinek okát keresve – megvizsgálja a kapitalizmus történelmi kialakulását és rendkívüli alapossággal áttekinti a kapitalista intézményeket, mégsem ad kielégítő választ arra, hogy miért Európában, és miért nem máshol jött létre a kapitalizmus. Bár meggyőzően bebizonyítja, hogy a gyors nyugati technológiai fejlődés történelmileg elválaszthatatlan a kapitalizmustól, valójában azonban nem ad magyarázatot arra, hogy a gyors technikai fejlődésnek ez az intézményes hordozója miért nem Közép-Keleten, vagy Ázsiában jött létre.

A marxi analízis e kétségtelen hiányosságát Wittfogel bírálata tárta fel /1957/.

David Landes *The Unbound Prometheus* /A megszabadított Prométheusz, 1969/ című irányadó könyvében megkísérelte újraértékelni az európai /és főleg a brit/ technológiai dinamizmus okait. Arra keresi a választ, hogy mi volt az az egyedülálló jelenség az európai fejlődés modelljében, ami magyarázatot ad a modern ipari technológia nyugat-európai megjelenésére. Landes két önálló jellegzetességet állapít meg. Az első az, hogy Európa olyan politikai, intézményes és jogi fejlődésen ment keresztül, amelynek következtében az egyéni gazdasági beruházások számára sokkal nagyobb lehetőségek tárultak fel, mint bárhol a világon. Szisztematikusan korlátozták az állami kizsákmányolást, a tulajdonnak jogi intézmények nyújtottak egyre növekvő támogatást és biztonságot. A mindennek felett álló állam kényszerítő tevékenységét törvényesen érvényesíthető, szerződéses megegyezésekkel helyettesítették. A politikai hatalom korlátlan gyakorlatában rejlő bizonytalansági tényezőket fokozatosan visszaszorították. Bár elmondható, hogy e különbség csak fokozati, a nyugat-európai kereskedő osztályok sokkal jelentősebb mértékben felszabadultak a politikai hatalom önkénye alól, tulajdonukat kevésbé kellett félteniük az elkobzástól, az üzleti társulatok cselekvésszabadságát pedig sokkal ritkábban korlátozták törvényes megszorításokkal, vagy más alkalmatlankodással, mint bárhol a világon. Landes úgy fogalmaz, hogy amennyire Európa a társadalmi lehetőségek tekintetében előnyben volt a világ többi részéhez képest, annyira volt Anglia előnyben Európa többi részéhez képest. Az angliai osztályszerkezet nagyobb mértékű mobilitást engedett meg az európainál, az angolok sikeresebben korlátozták az uralkodó és a nemesség hatalmát, stb.

A másik megkülönböztető jellegzetessége az európai fejlődésnek Landes szerint abban áll, hogy Európában igen nagyra értékelték az emberi környezet racionális kezelését. Az európai kultúra a céloknak megfelelő eszközök racionális felhasználását hangsúlyozta, a babona és a mágia egyre kisebb

és kisebb területre szorult vissza. E tudományos forradalom, ahogy mostanában nevezik, kizárólag európai jelenség volt.

Bár történelmileg nyilvánvalónak tűnik, hogy a moderntudomány a reneszánsznak, reformációnak és a kapitalizmus kialakulásának nevezett események folyamán jelent meg, és indult virágzásnak, azt azonban mégsem állíthatjuk, hogy megközelítőleg is olyan jól megértjük az események – tudomány, reneszánsz, reformáció, kapitalizmus – pontos összefüggéseit, amennyire szeretnénk. Azt sem állíthatjuk, hogy az európai civilizáció a racionalitás monopóliuma. Joseph Needham és munkatársai /Needham 1954/ monumentális művei meggyőző erővel bizonyítják, hogy a kínai civilizáció a 15. századig technológiailag sokkal fejlettebb volt az Európáinál, és általában nagyobb sikereket ért el a természeti jelenségeknek az emberi szükségletek szerinti felhasználásában. Needham még ennél is tovább megy *Science and Society in East and West* /Tudomány és társadalom keleten és nyugaton, 1969/ című, igen tartalmas cikkében. Kijelenti: „Több úton is eljuthattam arra a következtetésre, hogy a középkori Kína társadalmi és gazdasági rendszere sokkal racionálisabb volt, mint a középkori Európáé.” Needham szembeállítja az európai feudalizmusnak a vezetők kiválasztásánál érvényesülő, öröklődésen alapuló, jellegzetes törvényeit a kínai rendszerrel. Ez a császári hivatalnokok közé való bejutást versenyvizsgák rendszeréhez kötötte, és így sokkal szélesebb társadalmi alapról volt képes begyűjteni a tehetségeket, mint Európa, hűbéres báróinak hierarchiájával. De a mandarinosztály, amely az érdemen alapuló hatalom nézőpontjából szemben állt az örökletes vagy arisztokratikus elvekkel, ellenségesen viszonyult a gazdagság és a nyereségvágy értékeihez is. A kínai értékek, törvények és intézmények oly módon maradtak tudós-bürokrata uralom alatt, hogy sem motivációt, sem cselekvésszabadságot nem nyújthattak egy kapitalista osztály kialakulásához, mely az új technológiák által megkövetelt módon képes lett volna a társadalom átalakítására.

B. Pillantás Európára: Nagy-Britannia és ami azon túl van

A 18. század utolsó harmadában Nagy-Britanniában elkezdődő ipari forradalomnak a középpontjában egy gyorsan gyarapodó „fegyvertár” állott, amely az új energiaforrásokat, új kohászati, gépgyártási és új szállítási eljárásokat foglalta magában. Ezek az új technológiák, sikeresen szervezve és irányítva hatalmas termelékenység-növekedést vontak maguk után, amely végül a folyamat valamennyi résztvevőjének az életét átformálta.

Volt egy lényeges oldala e technológiai forradalomnak, amelyet fontos megérteni. Az elkülönült – kohászati, energia-fejlesztési és szállítási – újítások hatottak egymásra és kölcsönösen megerősítették egymást. Gyakran kiderült, hogy egy újítást nem lehet kellően kihasználni más újítások nélkül, vagy hogy egy újítás bevezetése hatásosabbá tesz más újításokat. A kohászat tökéletesítéséhez például elengedhetetlen volt a hatékonyabb gőzgépek megszerkesztése, a gőzgépet viszont arra használták, hogy forró légfuvallatot vezessenek az olvasztókemencébe. A forró légfuvallat az égés-folyamatot javítva csökkentette a szükséges fűtőanyagot, és ezzel lecsökkentette a vas árát. Így az olcsóbb fém olcsóbb energiát jelentett, s az olcsóbb energiával még olcsóbb fémet hoztak létre. Hasonló fontos szerepet játszott az olcsó vas a vasutak építésénél. Amint megépült a vasút, igen jelentős mértékben csökkentette a szén és a vasérc szállításának az árát. E módon a vasutak visszaszorították a vasgyártás költségeit. De az olcsóbb vas még olcsóbb vasutat jelentett, tovább csökkentette a szállítási árakat, ami ismét kedvezően hatott az acélgyártás költségeire. Tehát az ipari technológia bevezetésével kapcsolatos hatalmas termelékenység-növekedés egyik titka az volt, hogy a különböző újítások gyakran összekapcsolódtak, és kölcsönösen felerősítették egymást.

Bár ez az átalakulás, amit ipari forradalomnak nevezünk, Nagy-Britanniában indult meg, kétség sem férhetett ahhoz, hogy az eféle új technológiák kedvező /vagy kedvezővé tett/ körülmények és feltételek esetén másfelé is elterjedhetnek. És valóban, azok a 19. századi angol törekvések, amelyek törvényes eltiltásokkal próbálták meg az új technológiák feletti monopóliumot megőrizni, sorra csődöt mondtak.

A brit technológiai eljárások képezték az alapját Nyugat-Európa, majd az Egyesült Államok, és később több más, kedvező körülményekkel bíró ország ipari fejlődésének. Az angol szakmunka, a vállalkozás és olykor a tőke kezdetben fontos szerepet játszott az új textilipari, közlekedési, energiaügyi és mérnöki technológiák Nyugat-Európába való behozatalában.¹ A brit technológia átvevői ezért abban a rendkívül kedvező helyzetben voltak, hogy az iparosítás folyamatába egy már kialakított technológia pusztá átvételével beléphettek, és nem kellett újra feltalálniuk az ipari technológiai eljárások teljes skáláját. Ez a lehetőség: önálló feltalálás helyett átvétellel való iparosítás – a „későnjövők” fő előnye. Sok szempontból fontos előny ez, de jelentőségét nem kell eltúlozni. Már csak azért sem, mert az éremnek két oldala van. A fejlett, ipari társadalmakkal való gazdasági együttműködés magában hordozza azt az állandó fenyegetést, hogy az ilyen társadalmak birto-

kában levő, kifinomult, dinamikus technológia olyan újításokat fejleszt ki, amelyek nagyon káros következményekkel lehetnek a kevésbé fejlett országokra.

Ezen felül a technológia átvétele sohasem bizonyult könnyű feladatnak, mert az átvevő ország magas fokú műveltségét és technikai jártasságát követeli meg. Nem véletlen, hogy a 19. században és a 20. század elején azok az országok vették át legsikeresebben a külföldi technológiát, ahol a népesség iskolázottsága is magas szintet ért el. A technológiák elsajátítása különben sokkal többet jelent egy szétszerelt gép átvételénél. Működésükkel beágyazódnak a társadalomba, amelynek következtében hasznosságuk a vezetői jártasságtól, a szervezeti struktúráktól és a megfelelő érdekeltségi rendszerek működésétől függ. Ráadásul a technológia átvételének végső eredménye függeni fog attól is, mennyire egyeztethetők össze alkotóelemeinek követelményei az adott országban, vagy környékén fennálló viszonyokkal. Függhet az ország természeti készleteinek speciális minőségi vonásaitól: a vasérc foszfor-, a szén kéntartalmától, a réz telítettségétől. Ezért a technológia sikeres átvétele nem azonos fémáruk egyik földrajzi helyről a másikra való átszállításával. A technológia új társadalmi-gazdasági környezetben való sikeres működésében olyan finomabb tényezők is közrejátszhatnak, mint az átvevő ország szelekcióra, átalakításra és módosításra való képessége. A nyersanyagok minőségében észlelhető, látszólag kis fontosságú eltérések is megkövetelhetik a technológia jelentősebb módosítását – ahogy ez gyakran meg is történt a kémiai folyamatokkal kapcsolatos technológiákkal. E 19. századi, széleskörű tapasztalatokra alapozott észrevételek arra utalnak, hogy a technológia sikeres átvétele igen nagy mértékben függ az átvevő ország sajátos, belső körülményeitől.

Ez persze csak a történet egyik részlete. Hosszabb távon nyilvánvaló, hogy az ipari technológia átvétele addig folytatódott, ameddig az a technológia egyáltalán létezett. A 19. század folyamán előbb Franciaországban, Németországban, Németalföldön jelent meg, majd fokozatosan terjedt keletre és délre. A század végén a technológiai eljárások már Oroszországban és Japánban is meghonosodtak. E „későnjövők” a 20. században szélsőségesen gyors iparosítási folyamaton mentek keresztül, bár teljesen különböző intézményes úton. A világ más részein a technológiai eljárások az európaiak bevándorlása és letelepedése folyamán honosodtak meg – először az Egyesült Államokban /ahol már 1850-re jelentős gyáripar jött létre/, aztán az észak- és nyugat-európai telepések megjelenésével Kanadában, Ausztráliában és Új-Zélandban, végül Latin-Amerika egyes részein, ahová

Dél- és Kelet-Európából tódult a kivándorlók nagy hulláma. Japán kivételével – és Japán valóban figyelemre méltó kivétel volt – a technológia átvételre legkorábban és legsikeresebben azokban a társadalmakban történt meg, amelyek szoros kapcsolatban állottak Európa iparosodó nemzeteivel.

C. Az amerikai gyakorlat

Az elmúlt évszázadot figyelembe véve arra a következtetésre juthatunk, hogy az olyan fejlett technológiai adottságokkal rendelkező országok, mint az Egyesült Államok és Japán, igen sikeresen alakították át az új technológiai eljárásokat időről-időre változó szükségleteik szerint. Tulajdonképpen elsősorban a kifinomult átalakításokra való képesség különbözteti meg a magas szinten iparosított országokat a többitől. Nem sokat számított az sem, hogy a technológiai eljárásokat belföldön fejlesztették ki, vagy külföldről származtak, és a behozatal után lettek módosítva. Ami történelmileg számottevő, az a technológiai célból megkívánt változtatások végrehajtásának a képessége. A két leglátványosabb sikert elérő ipargazdaság, az Egyesült Államok és Japán első sikereit máshol kifejlesztett technológiai eljárásokkal érte el. Mindkét gazdaság igen nagy jártasságot ért el a világ bármely részén kifejlesztett technológiai eljárások módosításában és kiaknázásában. Ráadásul e sikereket a legeltérőbb körülmények között érték el: az USA nyersanyagbőség és munkaerőhiány, Japán munkaerő-bőség és nyersanyaghiány közepette. Alighanem mindkét országról elmondhatjuk, hogy a közös alapot képező erő a gazdasági gyarapodás kívánatosságáról való hatalmas erejű, átható társadalmi meggyőződés volt. E meggyőződéssel mindkét ország megtalálta végül a saját erőforrás-készletének megfelelő utat.²

Valószínűleg az is lényeges, hogy mind az Egyesült Államok, mind Japán megtartotta a belföldi ellenőrzést a külföldről importált technológiai eljárások felett. Japán esetében ez már a 19. században a Nyugat felé történő „kapunyitás” óta nyilvánvaló. A japánok háború utáni, külföldi technológiai eljárások megvásárlására vagy bérbevételére irányuló készségét több megfigyelő is a közvetlen idegen beruházással szemben megnyilvánuló bizalmatlanságnak tulajdonította [Peck 1976; Tilton 1971]. Amerikában a 19. században az importált technológiák feletti nemzeti ellenőrzés megtartása nem volt annyira tudatos politikai elhatározás, mint Japánban, inkább csak a korabeli technológiák terjedési folyamatának természetére való reflektálás.

Az amerikai gyarmatokat, és később az Egyesült Államokat az európai [főleg brit] kultúra észak-amerikai vadonba való átterjedésének kell te-

kintenünk. Az európai telepések kezdetben az emigrációjuk előtt elsajátított technológiai eljárásokat alkalmazták. Az átvétel nem volt más, mint az egyes telepések ismeretei és technikai jártasságai, valamint az egyszerű szerszámok, eszközök és kellékek, amelyeket magukkal hoztak. Nem szabad elfelejtenünk, hogy az amerikai gyarmatok korában az európai technológiai eljárások is preindusztriális természetűek voltak. Két alapvető gyakorlatot vettek át: az egyik olyan kisipari és kézműves mesterségeket jelentett, mint az ács, a kőműves és a kovács, a másik a földműves élelmiszertermelő tevékenységét.

A korai években az európai munkamegosztás nem terjedt el a gyarmatokon. Az első telepek kis méretei nem indították el az egész napos tevékenységek közötti munkamegosztást, és ez később is csak a nagyobb városokban jelent meg. Az Új Világban sokkal természetesebb volt, mint az Óvilágban, hogy egy személy egyetlen foglalatosság helyett igen sokfélélt űz. A farmer, az ács, vagy a kovács szívesebben készítette, mint vásárolta a szerszámait; az egyéni háztartás a szükségletek sokkal szélesebb körét elégítette ki – főleg a ruházkodás, a háztartási kellékek és az élelmezés területén – mint Angliában.

Az összetettebb és tőkeigényes iparágak, például a kohászat esetében sokkal nagyobb volt a bizalom az angol felszerelés iránt. Az átvételnél majdnem minden esetben a gyakorlott munkás játszotta a főszerepet. Még a később kialakuló ipari technológiák esetében is a képzett munkás vagy kézműves volt a fő közvetítő a fejlettebb és kevésbé fejlett társadalom között. Samuel Slater a leghíresebb példája ennek, aki a brit kiviteli tilalmak miatt az újonnan iparosított angol textilipar valamennyi tudnivalóját emlékezetébe vésvé hozta át és terjesztette el Rhode Island-en, megalapítva ott az első amerikai textilgyárat.

Az Egyesült Államok volt a haszonélvezője azoknak a Nagy-Britanniában kifejlesztett technológiai újításoknak, amelyeket most ipari forradalomnak nevezünk. Az amerikai iparosítási gyakorlat nem kötődik szorosan a találmányokhoz, inkább a máshol kifejlesztett technológiai eljárások átvételéhez. Ez az átvétel nem volt könnyű, sok gyakorlatot, alapos mechanikai jártasságot és technikai tudást követelt.

Mindennek következtében a technológia sikeres átvétele sokkal többet jelentett gépek egyszerű átszállításánál egyik földrajzi helyről a másikra. Gyakran számolni kell a szelekció, adaptáció és módosítás kérdéseivel is, amelyekkel lehetővé teszik, hogy egy technológia új környezetben hatásoosan működhessen. A készletek látszólag kis különbségei gyakran nagy tech-

nológiai változtatásokat követelnek meg; ez volt a helyzet például a kohászat, és más, kémiai folyamatokkal kapcsolatos tevékenységek esetében.

Bár kezdetben az európai technológiától való függőség igen nagy volt, mégsem volt totális. Ahogy a rendelkezésre álló készletek és az új környezet különbségei az európai tapasztalat előtt ismeretlen problémákat eredményeztek, úgy váltak néha használhatatlanná, többször pedig hatástalanná az európai eljárások és technikai megoldások. Angliában például egyre ritkábbá és értékeesebbé váltak az erdők, Amerikában pedig szinte zavarbaejtően sok volt belőlük. Ezért aztán a faanyag, és olyan értékes melléktermékei, mint a különböző hamuzsírok, a szó szoros értelmében a mezőgazdasági tevékenységet megelőző, terület-tisztító folyamatok hulladékanyagai voltak. Tench Coxé még 1810-ben is azt állította, hogy művelés alá fogott terület kivágott fáiból kivont hamuzsírok „csaknem kártalanítják a telepezt” a befektetett összegért, különösen ahol a terület „hajónavigációval” is megközelíthető volt [Coxe 1814]. Angliában a 18. században /és korábban/ a tüzelőfa és építőgerenda magas ára a vastermelés felújítására ösztönzött /beleértve ebbe a tüzelőfa és a faszén ásványi fűtőanyagokkal való helyettesítését/, az amerikaiak ugyanakkor fafelhasználás lehetőségeit tárták fel. Nem volt az Óvilágban egyetlen olyan gyakorlati folyamat és technikai eljárás, amelyet az Új Világ módosítás nélkül átvehetett volna.

Eképpen az amerikai gyakorlat megkülönböztető vonásainak többsége annak tulajdonítható, hogy amikor a nemzet hozzálátott a 19. század első felében az iparosításhoz, rendelkezésre állottak az angol tapasztalatok, de sokkal kedvezőbb készletekkel rendelkezett. E körülmény következménye volt a technológiai újítások iránya. Ennek nagy része a – tőkéhez és munkához képest – bőségesen rendelkezésre álló természeti készletek intenzív kihasználásával volt kapcsolatban. Amerika Nagy-Britanniához képest később kezdte meg az iparosítást, ennek ellenére hamarosan világméretű vezető szerepre tett szert a tervezés, termelés és a fagegmunkáló gépek használata terén. Mindez magában foglalta a fűrészelő, gyaluló, csaplyuk-készítő, formázó és fúrógépek egész sorát, valamint a speciálisabb célokra alkalmazott fagegmunkáló gépek tárházát [Rosenberg 1975]. Az volt a jellemző e gépekre, hogy pazarolták a fát. Figyelembe véve a viszonylagos hiánytényezőket az Egyesült Államokban, az ilyen gépek, amelyek a bőséges és olcsó faanyagon, valamint a ritka és drága munkaerőn alapultak, tökéletesen megfeleltek az amerikai szükségleteknek [Rosenberg 1973]. Az egy főre eső amerikai épületfa-fogyasztás többszöröse volt az angliai mennyiségnek, és az ipari fejlődés első éveiben egyre fokozottabban növekedett.

A készletbőség és a munkaerő-hiány, valamint az ipari technológia természete az amerikai gazdasági életet igen gyorsan a tőke és a készletek intenzív felhasználására kényszerítette. E feszültségek a kutató tevékenység fokozódásához, és végső soron a tudományos tapasztalatok megszületéséhez vezettek, mindezek okát azonban nem összegezhethjük a fentebb vázolt tényező-kímélő és tényező-kihasználó hajlamokban. Mindezek a specializáció és a cégek közötti munkamegosztás új formáihoz vezettek – különösen a beruházási javak termelői és felhasználói között – és ennek eredményeképpen az amerikai gazdaság a technológiai dinamizmus és a kreativitás olyan szintjére emelkedett, amely ismeretlen volt a 19. század második felében az ipari gazdaságok körében. E technológiai dinamizmus nagyjából annak a rendkívüli szerepnek köszönhető, amelyet a beruházási javakat termelő iparágak játszottak az amerikai iparosítási folyamatban, és azoknak a különösen kedvező feltételeknek, amelyek közepette tevékenykedtek. E beruházási javakat termelő iparágak – elsősorban a fémmegmunkáló ágazatokra gondolok itt – tanulmányi központokká váltak, ahol a fémmegmunkáló jártasságokat meg lehetett szerezni és tovább lehetett fejleszteni, s ahol az ilyen jártasságok végső soron új sorozatgyártmányok termelését eredményezték: felcserélhető alkatrészekből álló tűzfegyvereket, kar- és faliórákat, mezőgazdasági és varrógépeket, írógépeket, kerékpárokat, autómobilokat. Az iparosítás egyik kulcsa az, hogy bizonyos, alapjaiban hasonló termelési technikákat alkalmaznak egyre különbözőbb végtermékek létrehozásánál. Azonfelül az a technológiai ismerethalmaz és gyakorlat, mely fokozatosan felhalmozódott e szektorban, közvetlenül alkalmassá vált arra, hogy maguknak a beruházási javaknak csökkentse az árát. Egy újonnan megtervezett forgószterga, univerzális marógép, vagy egy új acélötvözet, amely lehetővé tette a gyorsabb fémmegmunkálást – mindezek az újítások nemcsak jobb gépeket eredményeztek, de elsősorban a gépek termelési árát szorították vissza. Így, bár az első lépést a tőkekihasználásra az amerikai készletek imént tárgyalt, egyedülálló állapota indította el, nem lehet kétséges, mi volt e folyamat végső eredménye a tényezők eltolódása szempontjából. A tőkekihasználás is olyan útnak bizonyult, amely megnövelte a képességet a tőkekímélő újításokra. Az a kísérlet, hogy leküzdhessék a munkaerő-hiányt egy természeti forrásokban bővelkedő területen, az Egyesült Államokat olyan irányba kényszerítette, amelyben igen gazdag újítási lehetőségek nyíltak meg számára. Egy tőkében gazdagabb, hatásosan megszervezett beruházási javakat termelő szektorral rendelkező társadalom elsajátított jártasságai megteremtették az állapot – a tudás, a mérnöki gyakorlat és szakértelem területén – olyan újí-

tások számára, amelyek ugyanúgy kímélték a tőkét, mint a munkát. A legtöbb új terméknek – technikai jellegzetességei stabilizálódása után – lemegy az ára, a termelők ezért minél nagyobb mennyiségben kezdik gyártani, hogy gyorsabban visszanyerhessék a befektetést. Az amerikai ipar különösen kimagaslik e tevékenységekben.

Az amerikai gyakorlat oly módon határozza meg a szabványosítással, az uniformizálással és a felcserélhetőséggel a beruházási javakat termelő szektor fejlődését, hogy ez rendkívül eredményes közvetítője lesz a technológiai újítások kifejlesztésének és elterjesztésének. A szabványosítás mértéke jelentősen meghatározza, mennyire tudja a beruházási javak termelője aktivizálni a fogyasztóját. A termékek szélsőséges heterogenitásával /ami Angliára volt jellemző/ a gépgyártó szerepe passzívra és alkalmazkodóvá válik. „Mérték után” folytatott tevékenységét a potenciális fogyasztóval való kapcsolata kényszerítette ki. A kezdeményezés így – mint Angliában – a felszerelés végső használójánál marad, akinek igen nehéz technológiailag kreatív módon ellátni szükségleteit. Az amerikai gépgyártók a gépek használói már kezdettől sokkal sikeresebb kapcsolathálózatot építettek ki, mint az angliaiak. Nem akarom azt állítani, hogy a technológiai tényező, amelyet hangsúlyoztam, teljes mértékben a jól szervezett amerikai kapcsolatrendszernek köszönhető, de kialakulásában igen lényeges szerepet játszott. Amerikában a gépgyártók és felhasználók közötti kapcsolat kialakított egy olyan információcsatornát és kommunikációs rendszert, amely lehetővé tette a gépgyártójának, hogy magasszintű kreatív módon reagálhasson a fogyasztó szükségleteire. Ugyanakkor a gép használója egyre több bizalommal viseltette a gépgyártó nézetei és kezdeményezései iránt. E kezdeményezések a gyártó részéről a fogyasztó szükségleteinek és e szükségletek megfelelő ki-elégítésének, egyre bővülő közvetlen ismeretén alapult. E kölcsönös bizalom tette lehetővé a gépgyártóknak, hogy visszaszorítsák a technikailag komolytalan, vagy irreleváns fogyasztói preferenciákat, és e módon csökkentsék a tökemennyiséget és a végtermék árát.

Igy az amerikai tőkeberuházási javakat termelők nagyobb kezdeményezési szabadsága, hozzájárulva nyilvánvaló pénzügyi érdekelttségükhöz termékeik növekvő eladása kapcsán, egyedülállóan hatalmas és sikeres erőnek bizonyult az új technológiák elterjesztésére. Az amerikai beruházási javak termelői sokkal többet foglalkoztak fejlesztő tevékenységgel, mint bárhol a világon; egyidejűleg oktatták a gépek vásárlóit, és meggyőzték őket az új technikai eljárások magasabbrendűségéről.

Úgy tűnik, Amerika huszadik századi rendkívüli sikereinek nem annyi-

ra a feltaláló tevékenységben rejlik a magyarázata, inkább abban a képességben, amellyel az új találmányi lehetőségeket gyorsan a kereskedelmi bevezetés szintjéig fejlesztette.

D. A japán helyzet

Talán a hazai technológiai képesség korai megjelenése volt az a legsajátosabb tényező, amely meghatározta a technológiai eljárások átvételének a sikerét. Ilyen képesség hiányában az idegen technológiák általában virágzásnak szoktak indulni. A sikeres tapasztalatokkal rendelkező országok hamar megtanulták, hogy az idegen technológiai eljárások sikeres átvétele legalább a technológiai jártasság minimális szintjét megköveteli – nemcsak azért, hogy a helyi szükségletek szerint módosítsák a külföldi technológiai eljárást, hanem azért is, hogy képesek legyenek választani a széleskörű külföldi kínálatból. A lehetséges technológiai eljárások közötti értelmes választás már tekintélyes mennyiségű technológiai tudást előfeltételez. Az ilyen tudást pedig nehéz megszerezni hazai tapasztalatok híján.

A japán gyakorlat e szempontból különösen tanulságos. A japánok igen sikeresen alakították a nyugati technológiai eljárásokat sajátos viszonyaikhoz. Igen fontos az is, hogy mindezt anélkül tették, hogy megbíztak volna a nyugati vállalatokban, vagy a közvetlen beruházásokban. A japánok általában minden olyan intézménynek ellene voltak, amely felhívította volna a technológiai eljárások feletti hazai ellenőrzést.

A japánok – különböző módokon – úgy adaptálták a nyugati technológiai eljárásokat, hogy a tőke megtérülésének arányát visszaszorították. A textiliparban például régi, használt gépeket vásároltak – gyakran olyanokat, amelyeket Lancashireben már elavultnak tartottak. Ráadásul amint beindították a gépeket, mindegyiket sokkal nagyobb sebességgel és hosszabb ideig működtették, mint Angliában vagy Amerikában, kiszolgálásukra, karbantartásukra és javításukra pedig sokkal több munkát áldoztak. Mikor a japánok eljutottak arra a szintre, hogy megépíthették saját textilgépeiket a vasat ahol csak lehetett, fával helyettesítették – például a tartógerendáknál. Olcsóbb nyersanyagokat vezettek be a termelési folyamatba /például a pamutfonásnál/, majd minden fonógépen sokkal több munkával ellensúlyozták a fonál gyakori szakadását. Ráadásul a nyugati technológiai eljárásokat csak néhány kiválasztott helyen vezették be, máshol pedig folytatták az ódivatú, tőkekímélő háziipari eljárásokat – mint a nyersselyem termelésénél és a gyapotszövésnél. A japán iparban, különböző módon, továbbra is fontos

szerepet játszott az alvállalkozási megállapodásokkal létesített, viszonylagosan munkaigényes kisipar. Az olyan kiegészítő tevékenységeket, mint az anyagszállítás, vagy a csomagolás, továbbra is szívesen végeztek kézi erővel.³

Hasonló „tőke-nyújtó” módosításokat hosszan sorolhatnánk Koreának és Tajvannak a második világháború befejezése óta folytatott ipari gyakorlata kapcsán /Ranis 1957; 1973/. Amit azonban a nyugati technológiai eljárások e sikeres módosításai iránti tiszteletünk mellett hangsúlyoznunk kell, az abban áll, hogy gyakori, és komoly hiba állandó intenzitás-tényezőt tulajdonítani egy ipari gépezetnek. Nyilvánvaló, hogy bizonyos esetekben maga a gépezet diktálja az intenzitás-tényezőt, s ezt aligha lehet fejleszteni – különösen olyan termelési folyamatoknál, ahol a takarékoság igen fontos, mint a petróleum-finomító, és más kémiai iparágaknál. De a legsikeresebb ázsiai gazdaságok tapasztalatai azt bizonyítják, hogy széleskörű lehetőség kínálkozik a tőkének munkával való helyettesítésére egy nyugati ipari gépezet kihasználásánál. Továbbá – ahogy Raymond Vernon állította – a termelés intenzitás-tényezője és a szükséges jártasság természete jellegzetesen változhat bármely adott termék életciklusa folyamán /Vernon 1966/. Bár a szakképzetlen, vagy fél-szakképzetlen munkaerő túlsúlya az új termék gyártásának korai szakaszaiban /amikor nagy gyakorlatra lenne szükség/ csak korlátozott lehetőségeket kínál, de később, amikor a termék kifejlődött és a termelési technológia megszilárdult, sokkal nagyobb nyereséget ígérhet.

Így az is lényeges, hogy a technológia átvételét nem tarthatjuk „egyszer s mindenkorra” megtörtént dolognak. Nem egyetlen naptári napon történik, inkább folytatódó, folyamatos cselekmény. Ezt elhanyagolva a technológiai átvétel lényegét veszítjük szem elől. Egy technológia sikeres átvétele a módosítására, átalakítására és adaptálására való képességet is magában foglalja – gyakran olyan módon, amely csak a megfelelő jártassággal bíró személy számára nyilvánvaló. Egy gazdaság, amelyben nincs meg erre a belső képesség, aligha képes sikeresen felhasználni a más körülmények között kifejlesztett újításokat. Viszont egy olyan gazdaság, amely bírja, vagy megszerzi e képességet, abban a helyzetben van, hogy a külföldről átvett technológiákkal igen látványos eredményeket érhet el. Vitathatatlanak tűnik, hogy ez a képesség lényeges alkotóeleme a japán ipar huszadik századi, s különösen az elmúlt 25 év alatt aratott sikereinek. A japánok a szépművészet szintjére emelték azt, amit ők „mémöki tökéletesítés”-nek neveznek. Bár e technikai jártasság nem játszott közre valamennyi jelentős, eredeti találmányukban, ez tette képessé őket a külföldi technológiai eljárások hatal-

mas tömegének átvételére, és saját speciális követelményeikhez való kifinomult átalakítására. A magas szinten integrált világgazdaságban végső soron nem a feltaláló tehetség számít egyre növekvő mértékben, hanem az új technológiai lehetőségek kihasználásának a képessége, bárhol is származzanak azok.

A japán gyakorlatnak van még egy fontos oldala, amelyet hangsúlyoznunk kell. Japánt általában a külföldi technológiák importálójaként emlegetik, ezzel azonban nem homályosítható el az a tény, hogy Japán készleteinek igen nagy hányadát fordítja a termelékenységet fejlesztő, új technológiai eljárások rendszeres kutatására. Valójában a Japán gazdaságra az elmúlt években egyre inkább jellemző a magas szintű kutató tevékenység. Bár Japán az össz nemzeti termék kisebb hányadát fordítja a kutatási és fejlesztési tevékenységre, mint az Egyesült Államok, Nagy-Britannia, Nyugat-Németország és Franciaország, helyzete azonban sokkal kedvezőbbé válna, ha levonnánk azokat az összegeket, amelyet a nyugati országok a hadügyi fejlesztésre és kutatásra fordítanak. Továbbá a magánkézben levő ipar Japánban nagyobb hányadát vállalja a kutatási és fejlesztési tevékenységnek, mint más ipari országokban. A japán ipar így nagy részt vállalt azokból a feladatokból, amelyekről a kifinomult technológia kiaknázása függ. Nagy figyelmet szentel a felszívó képességét növelő tevékenységeknek. A japánok folyamatosan fejlesztik technológiai képességeiket. A közvetlen külföldi beruházás gyakorlatilag ki van zárva, és a fejlett technológiák elsajátítását olyan politikával érték el, amely a licence-egyezményekre és a kiterjedt magánjellegű kutatási és fejlesztési tevékenységre alapul. Japán figyelemreméltó sikertörténete fő alkotóelemének ezért az a kormánystratégia tekinthető, amely a külföldi technológiák bevezetésénél a helyi viszonyokra és a belső technológiai kapacitás kialakulására helyezi a hangsúlyt.

II. A TECHNOLÓGIAI VÁLTOZÁS SAJÁTOSSÁGAI

A. Bevezetés

A közgazdászok és gazdaságtörténészek egyik fő gondja az elmúlt 25 év során az volt, hogyan alakítsanak ki a technikai fejlődés gazdasági növekedésre gyakorolt hatásának lemérésére alkalmas mennyiségi mutatókat. E kutatás során nemcsak módszertani, de fogalmi nehézségek is felbukkantak. Sok problémát okoz a technikai fejlődés eredményeinek elkülönítése más folyamatok – tőkefelhalmozás, nevelés, készletfelhasználás stb. – eredmé-

nyeitől. Ráadásul nincs olyan egyértelmű teljesítmény-mérték, amely a hosszabb időegységek alatti nagyobb ármozgások és a teljesítmény különböző összetevői fontosságának lemérésére alkalmas lenne /index-szám probléma/. Nem tudjuk kielégítő módon számba venni a fontosabb minőségi változások és termelési újítások hatását a gazdaság teljesítményének mozgására – az ilyen mozgás pedig szerves részét képezi a technikai fejlődés következményeinek. Mindezek ellenére sok időt és fáradságot szenteltek e problémákra. A gazdaságtörténészek utóbbi években megnövekedett érdeklődése a technikai fejlődés iránt nem kis mértékben köszönhető annak a felismerésnek, hogy a technológiai fejlődés főszerepet játszik a gazdasági növekedés folyamatában. E felismerés Moses Abramovitz és Robert Solow 1956-ban és 1957-ben írt művei hatására következett be. Mindkét cikk a technikai fejlődés mennyiségi jelentőségét tárta fel az amerikai gazdasági növekedés szempontjából. A cikkek igen sok szempontból eltérnek egymástól, más időegységeket alkalmaznak, más területre terjed ki a kutatás, és a módszertanuk is eltérő. Mindezek ellenére a szerzők egyetértenek abban a következtetésben, hogy az amerikai egy főre eső teljesítmény hosszabb távú növekedése csak igen kis mértékben tulajdonítható a növekvő tőkebefektetésnek és munkateljesítménynek, ahogy ezt általában elképzelték. Mindkét cikk erőteljesen arra utal, hogy az egy főre eső teljesítménynövekedés inkább a készletek növekvő produktivitásának, mint mennyiségi gyarapodásának köszönhető. Abramovitz körültekintően kimutatta, hogy a produktivitás növekedését alaptalanul nevezték el „technológiai változás”-nak. Erre abból következtethetünk, hogy miután mindkét szerző megkísérelte lemérni a növekvő tőkebefektetésnek tulajdonított egy főre eső teljesítmény-növekedést, hatalmas „maradék” gyűlt fel, amely a növekvő termelékenység technológiai változáson kívül eső okai következtében jött létre. Valójában a metodológiát úgy választották meg, hogy a visszamaradó mennyiség az egy főre eső teljesítmény-növekedés valamennyi okát magába foglalta a fejenkénti energiaráfordítás növekedésén kívül. A meglepően nagyra bizonyuló, magyarázat nélkül álló teljesítménynövekedést Abramovitz „tudatlanságunk fokmérőjének” nevezte.

Ezek az ijesztő eredmények széleskörű hatást váltottak ki, és sok tudós próbált meg magyarázatot adni a különbséget összetevőire, s ezek megközelítő fontosságára. Talán Edward Denison kísérlete volt a legheroikusabb és valószínűleg a legismertebb is. Denison az amerikai fejlődést vizsgálta meg 1929 és 1957, valamint 1909 és 1929 között, majd néhány szimplifikáló hipotézis használatával megkísérelte lemérni valamennyi változó hozzájárulá-

sát e növekedéshez. Ezen felül, hogy felbecsülhesse a változó tőke- és munkaerőráfordítás hatását, Denison megkísérelte a munkaráfordítás minőségi változásait összeegyeztetni az oktatás növekedésének és a minőségi munkára fordított órák csökkenésének hatásával. Denison legjelentősebb eredményeinek egyike a különbszet összetevőinek feltárása során az volt, hogy felismerte a tudásanyag gyarapodásának és a nagyságrendbeli megtakarításoknak a fontosságát /Denison 1962/. Denison lényegében ugyanezt a módszert alkalmazta egy megbízható kutatás folyamán is, amelyben az Egyesült Államok és nyolc európai ország második világháború utáni eltérő gazdasági növekedését tette részletes, összehasonlító vizsgálat tárgyává /Denison 1967/.

Egy találmány technikai tökéletesedésének történelmi időmodellje, és az ebből eredő termelékenységnövekedés szoros összekapcsolásának kísérlete igen sok csapdát rejt magában. A tökéletesedés nem feltétlenül ágyazódik be közvetlenül a termelési folyamatokban, különösen akkor nem, ha jellegük megköveteli az új tőkebefektetést. Ilyen körülmények közepette, ahogy Salter hangsúlyozta, a technikai tökéletesedés a meglévő alaptőke megoszlásától és az új beruházási javak beszerzésének arányától függ /Salter 1960/.

A technológia tökéletesedése és az aktuális termelékenység-növekedés közötti összefüggés hiányának másik oka az adott technika széleskörű elterjedése előtti időszak sajátossága. Fejlődésének korai fázisában az új technika termelési költségei magasak, még a jelentős árcsökkentéseket eredményező fejlesztések sem befolyásolják különösen a technológia befogadásának folyamatát. Amikor azonban a felgyülemlett minőségi változások a költségeket nagyjából a korábbi technológia szintjére csökkentik, akkor már a legkisebb további áresés is a technológia széleskörű befogadásához vezethet. E ponton már – a megtakarítási szándéktól függően – az ártényező kis változása is az új technológia javára billenthetik át az egyensúlyt. Elmondható tehát, hogy van egy küszöbszint, amelyen az új technológia versenyképessé válik a régivel. A küszöbszint fogalmát Paul David a gazdaság mérete és az aratógép elterjedése vizsgálatánál használta fel. David ebben az esetben a küszöbszint megközelítése és elérése kapcsán nem a technológiai változást hangsúlyozta, inkább az aratómunkások munkaerejének növekvő árát, mely csökkentette a gazdaságoknak azt a küszöbszint-méretét, amelyiken már gazdaságos volt az aratógép használata /David 1966/.

Igy az új technológia kialakulásának folyamatában hosszú kihordási idő is lehetséges, amely alatt az új technológiát azért nem alkalmazzák szélesebb körökben, mert az ára felülmúlja a régiét. Amint azonban a küszöbszintet megközelítik, vagy elérik, az új technológia elterjedési mutatója egy-

re érzékenyebbé válik a további tökéletesítésre. Ezért egy újítás „prenatális” korszakában igen sokat tökéletesedhet anélkül, hogy ez bármilyen következményt vonna maga után. Viszont a küszöbszint elérése utáni, kisebb technikai fejlesztés is eredményezhet gyors és nagyarányú termelékenység-növekedést.

B. Termék és újítási folyamat a gazdasági fejlődésben

A termékfelújítás elsődleges szerepét – a technológiai változás fő összetevőjének tekintve – a múlt század gazdasági növekedésében régóta hangsúlyozták már, és Simon Kuznets bőségesen dokumentálta. 1930-ban megjelent *Secular Movements in Production and Prices* [A termelés és az árak ismétlődő mozgásai] című művében Kuznets kimutatta, hogy a technológiai újítások nagy része az új termékeket termelő új iparágak kialakulásával állott kapcsolatban.⁴ Érvelésében fontos szerepet játszott, hogy ez a kapcsolat egyáltalán nem volt ritka, vagy véletlen. Egy gazdaság magas össznövekedési aránya éppen a termékek és iparágak állandó váltakozásának lesz a következménye.⁵ Minden gyorsan növekvő iparág ismeri a visszaesést, mint az ár-csökkentő technológiai újítás következményét, amely minden, alkalmanként a kimerülést is megközelítő iparágban érezteti hatását. A gyors növekedés folytatódása új termékek kifejlesztését követeli meg. Tekintetbe véve a régi, alapvető fogyasztási cikkekből származó, hosszúlejáratú, alacsony bevételeket, és azt, hogy az állandó igények miatt az árak bizonyos elasztikusságot mutatnak, ezekben az iparágakban az árakat tovább csökkentő újítások relatíve kis hatást érnek el. Ezért a gyors, átfogó növekedés folytatódása új termékek és új iparágak kifejlesztését követeli meg.

Természetesen nem Kuznets volt az egyetlen, aki hangsúlyozta az új termékek fontosságát. Joseph Schumpeter egész életében a technikai fejlődésnek a kapitalista növekedés dinamikájában játszott központi szerepét hangsúlyozta. Nagy műve, a *Business Cycles* [Üzleti ciklusok] erőteljesen vizsgálja a kapitalista gazdaságok magasfokú változékonyságáért felelős technológiai újítás történelmi szerepét. Későbbi könyvem a *Capitalism, Socialism and Democracy* [Kapitalizmus, szocializmus és demokrácia] /Schumpeter 1942/ tulajdonképpen az általa „alkotó rombolás örök vihará”-nak nevezett jelenség jótékony hatásának apoteózisa. E „viharok” a termékfelújításokat jelentették, amelyek félresöpörték a régi termékeket gyártó régi iparágakat. Schumpeter számára a gazdasági fejlődés nem a fegyvergyártók egymás közti árleszállításait jelenti. A hosszú távon jelentőssé váló versengés, amely az

autógyárosok újító tevékenységéből ered és egyszerűen felszámolja majd a fegyvergyártást, mint gazdasági tevékenységet. Schumpeter számára a termékfelújítás alapvető a kapitalizmus történelmi szerepének és a versengés folyamatának megértéséhez. A közgazdászok tévednek, amikor azt állítják, hogy a lényeg az, „...hogyan kormányozza a kapitalizmus a létező struktúrákat, hiszen a lényeges kérdés éppen az, hogyan hozza létre és semmisíti meg ezeket.” /Schumpeter 1942; 84./

Schumpeter jelentős mértékben befolyásolta a közgazdászok és gazdaságtörténészek tevékenységét azzal is, hogy a jelenség megszakított természetét hangsúlyozta. Schumpeter azzal kezdte, hogy az újítás fogalmát igen széles értelemben definiálta, mint különböző okokból bekövetkező változást a termelés feladatában. Ezek az okok többet foglaltak magukba a szűk értelemben vett technikai fejlődésnél – például a termelést, vagy az újítási folyamatot. De ide tartozik az új piacok feltárása, új nyersanyag-forrás szerzése, vagy egy iparág struktúrájának átszervezése. Jelen értekezésünk számára még fontosabb az a tény, hogy Schumpeter nagy hangsúlyt helyezett a technikai folyamatra, mint a múlttal való nagy törések, óriási megszakítások folyamatára. E hangsúly jól megfelelt a kapitalista társadalom szociológiájáról írt elemzésének, és az üzleti ciklusok stratégiai faktorára irányuló kutatásainak is. /Az újítások felgyülemzése volt a szíve Schumpeter elméletének az üzleti ciklusokról./

C. A kisebb fejlesztések hatása

Éles ellentétben Schumpeter nézeteivel a technikai fejlődés megszakított természetéről – e nézetek igen erős hatást gyakoroltak egy teljes közgazdász-generációra – egy másik iskola a technológiai változás folytatólagos elemeit hangsúlyozta. Első és legkézzelérhetőbb alkotásuk a huszadik században A. P. Usher írása /1954/. Usher nemcsak a folytatólagos elemekre hívta fel a figyelmet, de az újító folyamat fokozatosságára is, amelyben nagyszámú, kis terjedelmű változások halmozódnak fel.

Gondoljunk itt az egyes találmányok életciklusaira. A termelékenység jelentősebb fejlődése csak akkor következik be, amikor már a kezdeti találmány számtalan kisebb módosuláson és változáson ment keresztül, hogy megfeleljen a speciális fogyasztók igényeinek.⁶ Olyan széles körben használatos termékek, mint a gőzgép, az elektromotor vagy a szerszámgép, egyre újabb és újabb változtatásokon mentek keresztül, ahogyan a végső fogyasztók különböző igényei szerint módosultak. Ugyanez történt a tartós fogyasztó-

tási cikkekkel is, de minőségüket speciálisan a különböző jövedelmi kategóriákhoz kellett igazítani.⁷ Az efféle módosításokat szinfalak mögötti tervezői és mérnöki tevékenységgel hajtották végre, de éppen ennek következtében fejlődött a termelékenység és nőtt az ipari gazdaságok fogyasztóinak jóléte.

Az a szemlélet, amely a technológiai változást számtalan kis fejlesztés és módosítás szaporodásának tekintette, néhány ritka, nagyobb újítással, legszebb megfogalmazását S. C. Gilfillan *Inventing the Ship* /A hajó feltalálása/ című, 1935-ben megjelent könyvében nyerte el. Bár Gilfillan elsősorban a folyamat társadalmi és nem gazdasági oldalával foglalkozik, könyve felbecsülhetetlen értékű „középképet” nyújt a technológiai változás fokozatos és apránkénti természetéről. Főleg a gyakorlat folyamán végrehajtott kis finomításokat és a más iparágakban kifejlesztett, jobb minőségű alapanyagok, vagy egyéb összetevők fokozatos felhasználását emeli ki.

A fejlett ipari gazdaságokban végrehajtott technológiai változások többsége, ha nem is láthatatlan, de alig látható: az anyagkezelés javítása, a termelési folyamat átszervezése, a karbantartás és javítás költségeinek csökkentése stb. A vas és acél gyártásánál a gépek átrendezésével sikerült kiküszöbölni az újramelegítő tüzelőanyagok felhasználását. A fémmegmunkálás egyre keményebb anyagokból készítette a vágó felületeket, és ezzel felgyorsította a munka iramát. Az elektromos energia fejlesztésénél, ahol a teljes ágazat hosszútávú termelékenység-növekedési aránya minden más amerikai iparágat megelőzött /Kendrick 1961/, a központi hőenergiái gépek lassú, fokozatos fejlesztése a tüzelőanyagoknál hatalmas, hosszútávú gazdasági eredményeket tett lehetővé.

A kis, alig látható, de összességükben nagyfontosságú újítások legelterjedtebb fajtái azok az eljárások voltak, amelyekkel csökkentették a beruházási javak karbantartását, és megnövelték élettartamukat. A régi anyagok újakkal /például alumíniummal és rozsdamentes acéllal/ való helyettesítése, a súrlódásgátlás új technikai /kenés és forgócsapágyak/ a beruházási javak élettartamának jelentős meghosszabbításához vezetett. A kezeletlen vasúti kötések karbolsavban kezelt kötésekkel való helyettesítése előreláthatólag megduplázza egy kötés élettartamát, tizennégyről huszonnyolc évre. Az üledékeltávolítók és a kémiaiilag kezelt tápvíz meghosszabbította a vasúti kazán életét, s már ritkábban kell kivonni a forgalomból a mozdonyokat, hogy a kazánjukat kimossák. A könnyebb sinek nehézsre való kicserélése meghosszabbította a sín életét, s ez bőven fedezi a nehezebb fém költségeit.

Albert Fishlow az 1870 és 1910 közötti amerikai vasúthálózat techni-

kai fejlődéséről és teljesítményéről írt találó tanulmányában megkísérelte lemérni az egyes tényezők szerepét a teljesítmény növekedésében és az árak csökkenésében /Fishlow 1966/. Ebben az időszakban a teljesítmény-növekedés igen magas volt, és megjelent néhány fontos találmány, a légfék, az automata kapcsolószerkezet és jelzőberendezés, az acél sínek helyett pedig vas síneket használtak. Fishlow mégis úgy találta, hogy az árak csökkentéséhez legnagyobb mértékben a mozdonyok és a tehervagonok tervezése járult hozzá, még akkor is, ha a folyamat során nem jelent meg megkülönböztetetten fontos vagy emlékezetes találmány. Mégis, „felhalmozódó jellege és az egyes látványos találmányok hiánya sem homályosíthatja el a folyamat gyorsaságát. Alig negyven éven belül – 1870-től 1910-ig – a teherkocsik teljesítménye több mint háromszorosára nőtt. Az átalakulás megkülönböztető vonása feltűnő olcsóság volt; a befogadóképesség növekedése csak nagyon kis mértékben növelte meg a holsúlyt, az arány 1:1-ről 2:1-re változott. Ugyanebben az intervallumban a mozdonyok ereje több mint kétszeresére növekedett...” /Fishlow 1966, 635./

D. A technikai kiegészítések hatása

A találmányok aligha működtek valaha is elszigetelten. Az amerikai technológiai eljárások történetében újra meg újra megtörtént, hogy egy adott találmány felvetette a technikai kiegészítések kérdését. Gyakran nem is léteztek e technikai eljárások, így aztán *A* találmány fő haszna az volt, hogy a *B*, *C*, vagy *D* találmányok kifejlesztését igényelte.

A találmányok társadalmi megtérülését azért nehéz feltárni, mert a kapcsolódások e téren igen nagyszámúak, és különböző fontosságúak, így aztán a pontos mérés nagyon bonyolult. Egy találmány, amely csökkenti az energiafejlesztés költségeit, különböző módon hat a különböző iparágakra. A múltban az alumínium iparra, az elektromosság fokozott felhasználójára lényeges hatást gyakorolt. Az ilyen árcsökkentések fontos szerepet játszottak a műtrágya esetében is: elkészítése olcsóbb lett, egyre jobban kihasználhatták az élelmiszertermelésnél. De jelentéktelen szerepet játszottak a golyóstoll bevezetésénél.

Gondoljuk csak végig egy olyan találmány társadalmi megtérülését, amely visszaszorította a szállítás költségeit, például a vasút hatását a 19. század közepének amerikai gazdasági életére! a gazdasági megtérülés magában foglalta a mezőgazdaság termelékenységének megnövekedését, mivel a gazdaságok terményeit nagyobb földrajzi területen bocsájthatták áruba, mint

ahogy ez korábban lehetséges volt. Ennek következtében nagyobb lendületet vehetett a területi specializálódás, mint azelőtt, nagyobb energiát szentelhettek a különböző mezőgazdasági készletek kiaknázására. A vasút társadalmi megtérülésének folyamatánál tehát számításba kell venni a megnövekedett területi specializációból származó eredményeket, s a mezőgazdasági készletek sajátos területi megoszlásaihoz is sikeresebben tudtak ezután alkalmazkodni. A szállítási költségek csökkenése azzal is elősegítette a termelékenység növekedését, hogy lehetővé tette a kisszámú, gazdaságosabb egységekre való koncentrációt. Például a szénbányától az áramfejlesztőig való szállítás költségeinek a csökkenése segítette elő /USA Munkaügyi Min. 1966/, hogy több, kevésbé gazdaságos üzemeltetésű bányát bezárhassanak, amelyek ezidáig is csak azért működhettek, mert közelebb voltak a piachoz. A bányáipar ezután kisszámú, de eredményesebben kiaknázható bányákra koncentrállhatta tevékenységét. A szállítási költségek csökkenése tulajdonképpen valamennyi gazdasági tevékenység intenzívebb kihasználását tette lehetővé.⁸ Egy olyan világban, ahol a közlekedés drága, minden üzem tevékenységét visszavetik a szállítási költségek, különösen akkor, ha a terméket távolabbi piacokra szánták. A szállítási költségek csökkenése megnöveli az elérhető piacok számát, és növeli ezzel a gazdasági lehetőségeket is.

Szélesebb földrajzi egységet véve figyelembe, a társadalmi megtérülést igen jelentős mértékben megnövelte a gőzhajó, amely már az óceánon túli szállítások árát is csökkentette, valamint a mélyhűtés, amely mind a vonat, mind a gőzhajó teljesítményét megnövelte. E kiegészítő újítások révén kezdett kialakulni a 19. század végére a valódi világméretű mezőgazdasági munkamegosztás. Ez az egyedülálló munkamegosztás a szárazföldi és vízi szállítási költségek csökkenésének, valamint a hús hosszútávú szállítási lehetőségeinek közös eredménye volt. Az 1880-as 1890-es évekre a mélyhűtési eljárások következtében Nyugat-Európa gyorsan növekvő lakossága egyre jobban függeni kezdett a tengerentúli termékektől, nemcsak az észak-amerikaiaktól, de az Új-Zéland-i és ausztrál bárány- és az argentin marhahústól is.

A kiegészítő újítások fontossága miatt leszögezhetjük: egy újítás társadalmi megtérülését ritkán vizsgálhatjuk elszigetelve. Az ipari gazdaságok növekvő produktivitása következtében nagy számú összekapcsolódó, egymást kölcsönösen felerősítő technológiai eljárás jött létre, amelyek egyedi összetevői önmagukban nem sok következményt vontak volna maguk után. A megfigyelés megfelelő egysége ezért nem annyira az egyedi újítás, inkább egy összefüggő újítás-halmaz. A korai ipari forradalom csak néhány alapvető technológiai eljárás interakciója keretében érthető meg. E technológiák

teremtették meg a szükséges alapot más technológiai változásokhoz, amelyek egyre szélesedő, koncentrikus körökben folytatódtak, melynek központjában olyan néhány, legfontosabb találmány állt, mint a gőzgép, vaskohászat és az ásványi tüzelőanyagok széleskörű alkalmazása. Hasonló csoportosulásokat fedezhetünk fel a 19. század végén az elektromosság, a 20. század elején a belsőégésű motor, és az elmúlt években a műanyag, az elektronika és a computer körül.

E. „A nélkülözhetetlenség axiómája”

Egy újítás társadalmi megtérülése attól függ, milyen széles körben alkalmazza a gazdaság – ahogy például a kibernetikai asztalt is minősíti a cél-lák száma. Az is igaz – *ceteris paribus* –, hogy minél szélesebb körben használnak egy újítást, annál nagyobb a társadalmi megtérülése. De azt is elmondhatjuk, hogy ez csak az érem egyik oldala. Van olyan újítás, ami csak kis mértékben olcsóbb a régi technológiánál, és mégis széles körben elterjed. Állandó felbukkanásából azonban tévedés volna gazdasági fontosságára következtetni. Egy újítás társadalmi megtérülésének áttekintésénél nemcsak a „kibernetikai asztal”-on elfoglalt celláinak számát kell körültekintően megvizsgálnunk, hanem azt is, milyen mértékben szorítja vissza az újítás a kiszorított technológia teljes költségeit. Az újítás gazdasági fontosságának megállapításához nem elég annyit tudni, hogy csökkenti az árakat, ami eléggé nyilvánvaló, de azt is ismerni kell, mekkora ennek az árcsökkenésnek a terjedelme.

Ez volt a központi kérdés a 19. századi vonatoknak az amerikai gazdasági növekedéshez való hozzájárulásukat elemző, heves vitában. A vita valamennyi résztvevője egyetértett abban, hogy a szállítási költségek csökkenésének alapvető szerepe volt, a vélemények azonban élesen eltértek egyetlen újítás – a vasút szerepének kérdésében. Korábban az a nézet volt közkeletű, hogy a vonatok nélkülözhetetlenek voltak a 19. századi Amerika gazdasági növekedéséhez. Nemcsak azt a nézetet terjesztették el, hogy a vasút igen eredményes szállítóeszköznek bizonyult, de azt is, hogy rajta kívül nem volt és nem is lehetett volna semmiféle egyéb alternatíva. Robert Fogel e nézetet nevezte „a nélkülözhetetlenség axiómájának”, és igen bíráló megjegyzései értekezésünk szempontjából is igen fontosak.

A nélkülözhetetlenség axiómájának értékeléséhez... nemcsak azt kell megvizsgálnunk, milyen szerepet játszott a vasút, de azt is, hogy mi helyettesíthette volna. A vasutak csak akkor jogosultak a nélkülözhe-

tetlenség címére, ha kimutatható, hogy nagyobb mértékben járultak hozzá az amerikai gazdaság 19. századi teljesítményéhez, mint amennyire erre más alternatíva képes lett volna. Az axiómát alátámasztó történelmi bizonyítékok mindaddig csaknem kizárólag annak a leírására korlátozódtak, amit a vasút megtett. A szállítás más lehetőségeit kutató néhány vizsgálat megduplázta a vasútnak tulajdonított eredményeket. Ennek bekövetkeztében az egyéb szállítási lehetőségek gyakorlatilag ismeretlenek. Az a következtetés tehát, hogy a vasút potenciális helyettesítőjének a fejlődési lehetőségei alacsonyak voltak, nem bizonyított tényeken, hanem egy halom meg nem kérdőjelezett előítéleten alapul. /Fogel 1964, 10./

Fogelnek a vasúttal nélkülözhetetlenségi axiómája ellen indított támadása megrendítette a vasúttal széleskörű elterjedéséből levont következtetést, mely szerint a vasút messze felülmúlta a csatornákat. Hatalmas energiával és leleményességgel látott neki kimutatni, milyenné vált volna az amerikai gazdaság 1890-re vasúttal nélkül. Fogel nem tagadja, hogy a 19. század gyors gazdasági növekedése a szállítási árak csökkenésének köszönhető. Azt tagadja, hogy ez túlnyomórészt a vasúttól függött.

Nem szolgálná jelenlegi céljainkat, ha belemélyednénk a Fogel könyve körül azonnal fellángoló módszertani vita ismertetésébe.⁹ Csak azt a központi kérdést kell kiemelnünk, hogy egy újítás társadalmi megtérülését az általa lehetővé tett árcsökkenés arányában kell megvizsgálnunk, és össze kell hasonlítanunk más, alternatív technológiák árstruktúrájával. Nem elegendő megfigyelni egy újítás széleskörű elterjedését.¹⁰

F. Az elvárások szerepe

Végezetül egy fontos dolgot kell elmondani az elvárások szerepéről. Azt az elhatározást, hogy X újítást ma bevezetjük, igen jelentős mértékben befolyásolni fogja az az elvárás, hogy X -et már holnap jelentős mértékben tökéletesíteni fogják, vagy az a szilárd meggyőződés, hogy holnapután már egy új technológiát, az Y -t fogják bevezetni. A bölcs várakozásra való hajlandóságot minden potenciális beruházóban megerősítették már azok a tapasztalatok, amelyek a számtalan, elszírtt beruházásaik miatt megbukott vállalkozóhoz kötődnek.¹¹ Amint az állandó technológiai változás lehetőségét elfogadjuk, egy újítás optimális időzítésének kijelölését igen jelentős mértékben fogja befolyásolni a jövőben bekövetkező beruházásokkal kapcsolatos elvárás. Még ha az újítási folyamat gazdaságosnak is bizonyul a szí-

gorú vizsgán, a cég mégsem fogja bevezetni, ha valószínű, hogy az újabb technológiai fejlesztés hamarosan be fog következni. Az újítás optimális időzítésének – hol maximáljuk a várt visszatérülést? – a szélsőségesen gyors technológiai változások korában igen fontos kérdése mindeddig viszonylag kis teret kapott az elméleti szakirodalomban. E tárgyról rendszeres empirikus kutatásokat sem folytattak. Az újításról korábbi fázisaiban gyakran köztudott, hogy még tökéletlen. Számptalan „difi”-t kell még kiküszöbölni. Ha ezek jelentős beruházásokat követelnek meg, ostobaság lenne azonnal bevezetni az újítást – különösen, ha nagy pénzügyi hozzájárulást és tartós felszerelési tárgyakat igényel.¹² Ha a Schumpeter-i újítások abnormalisan sokba kerülnek, és csak később térülnek meg, a rámenős újító tönk-re is mehet, mert koraszülött újítási modellbe fektette be a pénzét.

Néhány fontos – és főleg ellentmondásos – dolog következik mindebből. Nem egyszerű a kapcsolat a technológiai változás aránya, valamint a technológiai újítás és ennek elterjedési aránya között, olykor az intuitív elvárások ellenkezője is bekövetkezhet. Egy gyors technológiai változás lassú befogadási és elterjedési arányhoz is vezethet, vagy egy olyan gépezet bevezetéséhez, amely képtelen a „legfejlettebb” technológia szerint működni, amíg vásárlói számára előrevetíti az eljövendő fejlesztések folytatódó vagy növekvő arányát. Az az elhatározás, hogy most megvásároljuk a technológiát, önmagunk megterhelését is jelentheti, egy hamarosan elavuló technológiával. Ebből következik, hogy amikor a technológiai változás lelassul, és a termék stabilizálódik, a befogadás gyorsasága megnövekedhet, mert a vásárló bízik benne, hogy a terméket nem fogja felülmúlni egy jobb termék, viszonylag rövid idő múlva. Így az „elérhető legjobb” módszerek mögött meghúzódó lemaradás kevésbé lesz feltűnő, amikor a technológiai változás lelassul. Ebben az értelemben érvélésünk a „legszínvonalasabb gyakorlat” frontján működő cégek kudarcaira is magyarázatul szolgálhat – az ilyen kudarcok főleg a technológiai fejlődés eljövendő sebességével kapcsolatos vállalkozói elvárások közötti különbségeknek köszönhetőek.¹³

Két különböző dologról volt itt szó. Az egyik a legjobb technológiai gyakorlat fejlődésének mértéke. A másik e legjobb technológiai gyakorlatok elterjedésének mértéke. Ha a kettő független egymástól, az elterjedés területén történő lemaradás költséges a társadalom számára. Mégis, amint a történelmi tapasztalat tisztán mutatja, az elterjedés elmaradását nagyon sokszor éppen a legjobb technológiai gyakorlat fejlesztéséből kialakított környezet okozhatja. Így az elterjedési mutató alacsony aránya lesz az az „ár”, amit a dinamikus gazdaságok fizetnek, dinamizmusuk fejében.

Jegyzetek

1. Lásd Henderson /1954/ kiváló beszámolóját. Később a franciák hasonló szerepet játszottak Európa más részein az új technológiai eljárások bevezetésével. Lásd még: Cameron /1961/.
2. Japán és az USA eltérő mezőgazdasági fejlődésének értékes és ötletes összehasonlítását lásd: Hayami és Ruttan /1971/.
3. Lásd: Ranis /1957, 1973/. A mexicói és a puerto ricói használt gépek alkalmazásáról lásd: Strassman /1968/. A használt munkaeszközök meglehetősen elterjedt braziliai alkalmazását lásd: Leff /1968/.
4. Lásd: Kuznets /1930/, különösen az I. fejezetet.
5. „...A magas növekedési arány fenntartása az új találmányok és újítások állandó felbukkanásától függ. Ez hozza létre az alapot olyan új iparágak számára, amelyek gyors fejlődése ellensúlyozza a találmányok és újítások elkerülhetetlen csökkenését, és a régebbi iparágak hanyatlását. Egy gazdaság magas szintű, általános növekedése ezért szükségszerűen összekapcsolódik az egyes iparágak fontossági rendjének megváltozásával. A régi iparág hanyatlík, az új pedig gyors növekvő szerepet játszik a nemzeti jövedelem egészében...” /Kuznets 1959, 33. l./
6. Marx kimutatta, hogy Birmingham-ban nem kevesebb, mint 500 különböző típusú kalapácsot gyártottak.
7. Brady az egyes termékekről kiterjedt dokumentációt készített /1964/.
8. A nagyfeszültségű áttételek árát csökkentő újítások pontosan ugyanerre az eredményre vezetnek. Lehetővé tették a kicsi, régebbi üzemek bezárását, és a korlátozott számú, nagyméretű energiafejlesztő állomások gazdasági kiaknázását.
9. Az érdeklődő olvasó Paul David /1969, 506–25./ írásai segítségével kezdheti az ismerkedést ezzel az irodalommal.
10. A heves vitát tekintve meglehetősen ironikus, hogy éppen Fogel központi jelentőségű gondolatát vitatták a legkevésbé, azt, hogy a gazdasági növekedés nem tulajdonítható egyetlen technológiai újításnak. „E tanulmány legfontosabb következtetése az, hogy egyetlen önálló találmány sem volt létfontosságú a 19. század gazdasági növekedéséhez. Ha persze egyetlen újítás rászorgálna e címre, az a vasút lenne. Mégis, fél évszázados drámai fejlődése, a belső szállításban játszott központi szerepe, mohó tőkeétvágya, a kereskedelmi /és gyakran a politikai !/ versengést meghatározó hatalma ellenére sem játszott egyedülálló szerepet a gazdaság potenciáljának megnövekedésében.” /Fogel, 1964, 234–35./ Lásd még Hawke /1970/ tanulmányát Angliáról és Walesről, amelyben sokkal nagyobb szerepet tulajdonít a vasútnak, mint Fogel.
11. Marx már régen felhívta a figyelmet arra, hogy „Minél újabb találmányokra alapozva működik egy gazdaság, annál költségesebb a régihez képest. Nagyon is igaz, hogy az úttörők általában tönkremennek, és akik később vették meg, olcsóbb áron a gépet, házat stb., azok húznak hasznot belőle.” Felhívta a figyelmet az új gépezetek gyorsan növekvő teljesítményére, és a termelési ár gyors csökkenésére is.” Amikor először vezetnek be egy gépet az iparba, az olcsóbb működtetés módszerei fokozatosan kilakaulnak, ugyanígy a fejlesztés elvei is, amelyek nemcsak egyes részeit érintik a gépnek, de az egészét.” /1959. 103./ Egy lábjegyzetben Marx egyetértően idézi Babbage állítását: „Durván becsülve, egy újonnan feltalált gép első használója ötször annyit költ rá, mint a második.”

12. Az ilyen elvárások következtében kialakulhat az olcsóbb és egyszerűbb munkaeszközök beszerzésére való törekvés, amit Tocqueville egykor az amerikai állapotok jellemzőjének tekintett. „...Megkérdeztem egy amerikai tengerészt, miért építik meg olyan rövid idő alatt a hajókat. Tétovázás nélkül azt válaszolta, hogy a navigáció művészete napról-napra fejlődik, így a legalaposabban megépített hajó pár év múlva már majdnem használhatatlan lenne. E szavakból, melyeket egy átlagos képességű ember szájából hallottam egy egyedi eset kapcsán, felismertem egy általános érvényű és rendszerezett eszmét, amely igen sok ember véleményét meghatározza”. [Tocqueville 1901].
13. A „légfejtettebb gyakorlat” kudarainak más okairól lásd: Salter, 1960. 4. fejezet.

Bibliográfia

- Abramovitz, M. 1956. „Resource and Output Trends in the United States since 1870,” *American Economic Review Papers and Proceedings*.
- Brady, Dorothy. 1964. „Relative Prices in the Nineteenth Century”, *Journal of Economic History*.
- Cameron Rondo. 1961. *France and the Economic Development of Europe*, Princeton University Press, Princeton.
- Cox Tench. 1814. *A Statement of the Arts and Manufactures of the United States of America for the Year 1810*, Philadelphia.
- David Paul. 1966. „The Mechanization of Reaping in the Ante-Bellum Midwest”, in *Industrialization in Two Systems: Essays in Honor of Alexander Gerschenkron*, Henry Rosovsky [ed.], Wiley, New York.
- David, Paul. 1969. „Transport Innovation and Economic Growth: Professor Fogel on and off the Rails”, *Economic History Review*.
- Denison, E. 1962. *The Sources of Economic Growth in the U.S. and the Alternatives Before Us*, Committee for Economic Development, New York.
- Denison, E. 1962.a. „United States Economic Growth” *Journal of Business*.
- Denison, E. 1967. *Why Growth Rates Differ*, The Brookings Institution, Washington, D. C.
- De Tocqueville, Alexis. 1901. *Democracy in America*, [translated by Henry Reeve], 2 vols., D. Appleton and Co., New York, vol. 1.
- Fishlow, Albert. 1966. „Productivity and Technological Change in the Railroad Sector, 1840–1910,” in D. Brady [ed.], *Output, Employment and Productivity in the U. S. After 1800*, N. Y., N. B. E. R.
- Fogel, Robert. 1964. *Railroads and American Economic Growth*, The Johns Hopkins press.
- Gilfillan, S. C. 1935. *Inventing the Ship*, Follett Publishing House, Chicago.
- Gilfillan, S. C. 1935a. *The Sociology of Invention*, Chicago.
- Hawke, G- R. 1970. *Railroads and Economic Growth in England and Wales 1840–1870*, Oxford University Press, Oxford.
- Hayami, Yujiro, and Ruttan, Vernon. 1971. *Agricultural Development*, The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Henderson, W. O. 1954. *Britain and Industrial Europe, 1750–1870*, Liverpool University Press, Liverpool.

- Kendrick, John. 1961. *Productivity Trends in the United States*, Princeton, N. J.
- Kuznets, Simon. 1930. *Secular Movements in Production and Prices*, Houghton Mifflin, Boston.
- Kuznets, Simon. 1959. *Six Lectures on Economic Growth*, The Free Press, Glencoe.
- Landes, D. 1969. *The Unbound Prometheus*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Leff, N. 1968. *The Brazilian Capital Goods Industry 1929–1964*. Harvard University Press, Cambridge.
- Marx, K., and Engels, F. 1848. *The Communist Manifesto*. As reprinted in Marx, K., and Engels, F. 1951. *Selected Works*, Foreign Languages Publishing House, Moscow, 2 vols.
- Marx, K., and Engels, F. 1959. *Capital*, Foreign Languages Publishing House, Moscow, vol. III.
- Marx, K., and Engels, F. n. d., *Capital*, Modern Library Edition, New York, vol. I.
- Marx, K., and Engels, F. r d., *Capital*, New York.
- Needham, J. 1954. *Science and Civilization in China*, Cambridge University Press, Cambridge. Seven volumes in 12 parts.
- Needham, J. 1969. *The Grand Titration*, George Allen and Unwin, Ltd., London.
- Peck, Merton J. 1976. „Technology“, *Asia's New Giant*, Hugh Patrick and Henry Rosovsky [eds.], The Brookings Institution, Washington, D. C., Chapter 8.
- Ranis, G. 1957. „Factor Proportions in Japanese Economic Development“, *American Economic Review*.
- Ranis, G. 1973. „Industrial Sector Labor Absorption“, *Economic Development and Cultural Change*.
- Rosenberg, Nathan. 1973. „Innovative Responses to Materials Shortages“, *American Economic Review Papers and Proceedings*.
- Rosenberg, Nathan. 1975. „America's Rise to Woodworking Leadership“, *America's Wooden Age*, Brooke Hindle, [ed.], Tarrytown, N.Y.: Sleepy Hollow Restorations.
- Salter, W. E. G. 1960. *Productivity and Technical Change*, Cambridge University Press.
- Schumpeter, J. 1939. *Business Cycles*, McGraw-Hill, New York, 2 vols.
- Schumpeter, J. 1942. *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper and Row, New York.
- Solow, R. 1957. „Technical Change and the Aggregate Production Function“, *Review of Economics and Statistics*.
- Strassman, Paul W. 1968. *Technological Change and Economic Development*, Cornell University Press, Ithaca, N. Y.
- Tilton, John E. 1971. *International Diffusion of Technology: The Case of Semiconductors*. The Brookings Institution, Washington, D. C.
- U. S. Department of Labor. February 1966. *Technological Trends in Major American Industries*, Washington, D. C.
- Usher, A. P. 1954. *A History of Mechanical Inventions*, Harvard University Press, Cambridge. First edition appeared in 1929.
- Vernon, Raymond. 1966. „International Investment and International Trade in the Product Cycle“, *Quarterly Journal of Economics*.
- Wittfogel, K. 1957. *Oriental Despotism*, Yale University Press, New Haven.