

## HIRONSZKY IMRJE\*

### *Megjegyzések a műszaki innováció története kutatásának újabb tendenciáiról<sup>1</sup>*

Az innováció témáról hálás dolog beszélni technikatörténészek számára, hiszen mi másban lennének inkább érdekeltek, mint annak kikutatásában, hogyan fejlődött a technika és a társadalom újabb és újabb találmányok és innovációk útján.<sup>2</sup> Kevésbé hálás lehet viszont arról beszélni, hogy a történelem során nem a tudás, a találmányok és az innovációk történetére vonatkozó tudás folytonos növekedéséről van szó, arról sem, hogy „a találmányok elkerülhetetlenek”, vagy hogy „a szükséglet szülőanyja a feltalálásnak”, vagy közgazdász változatban „a kereslet”..., ahogy sokan hiszik. Pedig azt hiszem, érdemes ezt a témát úgy górcső alá helyezni, hogy előtérbe kerüljön, hogy időről időre változik a műszaki feltalálás és innovációk történetének közelítésmódja, és hogy előtérbe kerüljön, hogy milyen új szerepe alakul ki a technikatörténészek a szakmák kölcsönhatásában megvalósuló fejlődésben, más szakmákban, a közgazdaságtanban vagy technikaszociológiában kialakuló fejlődés következtében, s hogy ezzel összefüggésben hogyan avul el a történetre vonatkozó korábbi tudás egy része. E ma már ballasztnak minősülő nézőpontok egy része ugyanis még szívósan tartja magát, elsősorban a népszerűsítő irodalomban. E ballasztok közül először felsorolok néhányat, mielőtt jelzem, hogy milyen újabb elméleti közelítések nyújtanak újabb eszközöket a technikatörténészek kutatási tárgya kialakításához és kikutatásához.

A technikatörténet, ezen belül a találmányok és sorsuk története sokáig az epizodikus történetírás tárgya volt, s elsősorban a népszerűsítő irodalomban ma is az. Az „epizódok” szemléletét többnyire áthatja egyfajta „igazságszolgáltatási igény”. A versenyszellemnek megfelelően megpróbáljuk megállapítani, hogy ki volt az „első”, s elkeseredett vitákba bocsátkozunk arról, hogy például „párfogoltunk” már elkészítette-e az adott találmány kifejlett változatát. Szurkolhatunk például drámának, amelynek kibontakozása során a nagy feltaláló megküzd korával, amely nehezen érti meg, s amelyben a szereplők megfelelnek a dramaturgiai igény minden követelményének. Kis országok jellegzetes problémájaként követhetjük feltalálói életét, amelynek során sokszor valóban vagy nem kerülnek be a nemzetközi vérkeringésbe vagy kismizmizódnak. Nem kétkem, hogy rendszeresen jönnek létre ilyen történetek. S azt is jó tudni, hogy néhány feltaláló mégis sikeres lett. A problémám az, hogy a fájdalmasan kevés technika- és feltalálótörténeti munka nagy része, követve az olvasótábor igényét, elsősorban ezekből a történetekből áll, pedig ma különösen nagy szükség lenne arra, hogy a technikatörténet-írás rendszeres támogatást nyújtson az innováció komplex folyamatának megértéséhez.

\* Budapesti Műszaki Egyetem, Innovációmenedzsment és Technikatörténet Tanszék, 1118 Budapest, Stoczek u. 2. fszt. 9.



Természetesen a technikatörténet már régen túllépett azon, hogy „epizód történeteket” írjon, „dramaturgiai céllal”. A technikatörténet nem csupán komoly tudománnyá vált már a harmincas évek közepétől, hanem – ami persze általában hozzátartozik ahhoz, amit tudománynak lehet nevezni – kritikai önreflexióval, metodológiai kritikával alapozza meg és kíséri saját fejlődését. Bár minden kezdetkijelölés tartalmazhat önkényességet, valószínűleg lényegében helyes, ha megállapítjuk, hogy a technikatörténet célkitűzésében és metodikailag szigorú tudománnyá az Annales kör bizonyos tagjainak, **Lucien Febvre** és **Marc Bloch** 1935-ben írt tanulmányaival vált. Ezekben a technikatörténet, ahogy Febvre írja, hármass feladatot kapott. Ezek a technika „technikai” történetének (a terminus az övé), a tudomány és a technika összefüggésének, illetve a technikai tevékenységnek más emberi tevékenységek kontextusába helyezésének története. A technika történetének ezzel olyan képe bontakozik ki mint cél, amely feltételezi a „leszármazás logikáját” mint a technika fejlődésének „belső logikáját,” a technika technikai történetét, majd ezt kívánja más emberi tevékenységek, pl. a gazdaság vagy a kultúra fejlődése belső logikájával összefüggésbe hozva kontextusba helyezni, s kimutatni a különböző „fejlődési logikákat” követő történetek egymásra gyakorolt hatását.

A technikatörténet-írás fejlődésével egy-egy kor határolódott le azzal, hogy metodikai viták törtek ki, rákényszerülve arra, hogy felülvizsgálják az uralkodó módszereket. Ilyen vita volt a hetvenes évek közepén is, amikor **M. Dumas**, illetve őt követve az akkori technikatörténet-írás másik kiemelkedő képviselője, **A. R. Hall** újból leszögezte, hogy a tudományos technikatörténet-írásnak az Annales megalapítói által kijelölt utat kell követnie. Ahogy Hall írja: „*A technika igaz története a technikai objektumok története. Ez a történet elsődlegesen a mesterséggel, eszközökkel, folyamatokkal, gépekkel, farmokkal, épületekkel, járművekkel, hajókkal, kemencékkel foglalkozik, csak másodlagosan érdeklődik a társadalmi és gazdasági szervezet, a kulturális sémák és a civilizációk felemelkedése és hanyatlása.*” Ez az önálló technikatörténet saját kérdéseit teszi fel, speciális szakértésen alapul, s tisztázza a technikák eredetét, meghatározását, kronológiáját, transzmisszióját. Az ilyen technikatörténet-írás, mondja Hall, teljesen az Annales szemlélete szerint, nem pusztán szolgálja a kultúra és a társadalom történetének. Hall, megemlítve **Lynn White** nagyhatású munkáját, a „*Középkori technika és a társadalmi változás*” című könyvet, miután megdicsérte a szerzőt, hogy túlmegy a pusztán kronológián, megengedi magának azt a játékot, hogy azt állítja, „*nyilvánvaló hogy (dr. White) megkülönbözteti a társadalmi változás és a középkori technika fogalmát*”. Azt hiszem, hogy a ma elfogadható technikatörténet-írás legalábbis erős kétellyel kezeli a technika jelzett módon autonóm belső logikáját feltételező, majd a technika hatásait a társadalomra feltételező történetét, ezt jól kritizálható elméleti előfeltevésnek tekinti, aminek elfogadása a történelem félreértelmezéséhez vezet. Ma inkább hajlunk arra, hogy a társadalmat hálószerűen összefüggő jelenségek mint csomópontok kölcsönhatásaként létrejövő dinamikaként szemléljük, amelyben a feltalálás és az innováció a mindenkori releváns meghatározó tényezők változó együttese által határozódik meg. Ebben „belső fejlődés” autonomizáció vagy szándékos intézményi aktusok, demarkálódás során megy végbe, vagy a „belső fejlődés” terminus azt fejezi ki, hogy valamely komplex rendszer, s a technika társadalmi rendszere biztosan nem csupán komplex, hanem egyre növekvő komplexitású, mindig szabadsági fokokat is termel, „belső szférát” alakít ki.

Utalni szeretnék a feltalálás és innováció két, szélsőségesen leegyszerűsítő szemléletére, amelyek még szívósan próbálkoznak a túléléssel. Gyakran hallani még mindennapi beszélgetésekben, hogy az innovációkutatás ingadozik az innováció „kereslet” és „kínálat” modellje között. Az előbbi szerint a „piac” meghatározza, hogy mire van szükség mint innovációra, az utóbbi szerint, legalábbis a mai „tudományos” korban az innováció elsősorban a tudomány haladása által motivált. Azt hiszem, hogy a kutatás túl van ezeken az alternatívákon, a kutatás valamely „lánc” vagy „hálómodellje” foglalja el ezeknek mint félrevezetően leegyszerűsítő nézőpontoknak a helyét. Induljunk ki egy pillanatra mégis a kutatás „kereslet” modelljéből. Szembesítve ezzel a történelmi vagy jelenkori tapasztalatokat, rendszeres megfigyelésnek adódik, hogy a kereslet által serkentettnek feltételezett innováció valamely „ellenállásba” ütközik, az innováció terméke a legritkábban felel meg a bizonyos korábbi közgazdászok által „polcra lehetőségek” feltételezett jellegének. Első reakció-



ként értelmezve ezt, azt mondhatjuk, hogy az innováció mint a technikatörténet tárgya mutathat ugyan belső folytonosságot, de e folytonos fejlődésben mégis ütemeltérések miatti szakaszosság és ha „szükséglet” mutatható ki az innováció iránt, akkor ennek megjelenéséhez, sőt „kényszerítővé válásához” képest eltolódás állapítható meg. Bizonyos ideig eltart, s sajátos dinamikára és mechanizmusra utal, amíg a műszaki kutatás válaszolásképpé válik. (Azt csak megjegyezni tudom most, hogy **Giovanni Dosi**, a modern innovációkutatás egyik legfontosabb közgazdász résztvevője nagyon találóan jegyzi meg, hogy minél inkább új termékhez vezet egy innovációs folyamat, annál kevésbé állapítható meg már létező kereslet iránta. Ugyanis kereslet és feltalálás egymással viszonylag korreláló koevolúciós dinamizmus elemei.) Közelebbről szemügyre véve azonban ezt a folyamatot, észrevehetjük, hogy az innovációhoz szükséges kutatás természetéből adódó „ellenállás” dinamikus struktúrája nem csupán ütemeltérésekben megnyilvánuló szakaszosságot mutat, hanem az innovációnak, bizonyos szakaszaiban bizonyos irányultsága is van. Ezt a mintakövetésben megjelenő irányultságot igyekezett kifejezni a nyolcvanas években bevezetett „technológiai paradigma” fogalma. Röviden ismertetem, hogy a „technológiai paradigma” hogyan próbál választ adni az innováció dinamikus struktúrájának és irányultságának bizonyos kérdéseire.

A „technológiai paradigma” fogalmát egy technikatörténész, **E. Constant** vezette be,<sup>3</sup> és a „tudományos paradigma” **Th. Kuhn** által kidolgozott fogalmából származtatta le. Kuhn arra mutatott rá, hogy a tudományos változás története nem folytonos növekedés csupán, értelmesen tárgyalható, ha azt úgy tekintjük, mint amely bizonyos szakaszokat mutat. Valamely alapvető tudományos eredménnyel „tudományos paradigma” jön létre, amely mintául szolgál bizonyos tudományos problémák megfogalmazásában, megoldási módjában, s a megoldások értékelésében. Tudományos közösség alakul ki a mintául szolgáló eredmény körül, s annak a szellemében folyik tovább a kutatás, ami lényegében a paradigma kiaknázásából áll. Ez a munka gyors, biztos előrehaladást eredményez, ezzel jutalmazza az iránta elköteleződőket. A paradigma kiterjesztése során azonban, valamikor, olyan anomáliákba ütköznek a kutatók, amelyek nemcsak dacolnak minden olyan megoldási kísérletükkel, hogy a paradigmának megfelelően megoldják azokat, hanem éppen ezek a kísérletek vezetnek egyre jobban elmélyülő válsághoz, amelynek megoldásaként a tudósközösség elfordul a régitől és egy új paradigmát dolgoz ki. Ezzel diszkontinuitás kerül a tudomány fejlődésébe, amely valódi diszkontinuitás, a régi nézőpontnak megfelelő bizonyos kérdések egyszerűen értelmezhetetlenné, feleslegessé, vagy zárójelzetteké válnak az új paradigma szerint, az új létezőkkel népesíti be a kognitív világot stb.

Constant, majd általában őt követve számosan a nyolcvanas évek elején, analogikus úton bevezették a „technológiai paradigma” fogalmát. Ez a technika történetét, s a bennünket most érdeklő innovációtörténetet szakaszosnak mutatja be. Adott minta kialakulásával, pl. valamely repülőgép fajta megjelenésével kontinuus fejlesztési folyamat indul(hat) meg a modell által szabadon hagyott szabadsági fokok szisztematikus végigkutatásával. A fejlesztés iránya előreláthatóvá válik, s a fejlesztők elköteleződnek a jó esélyeket ígérő mintának. A technikatörténet rokon tudományai közül a közgazdaságtani elmélet tulajdonképpen a „technológiai paradigma” fogalmának együttmegalkotója volt. Giovanni Dosi, az evolucionista közgazdaságtan egyik kiemelkedő alakja már a nyolcvanas évek elején bevezeti. A közgazdászok egy része ugyanis mindjobban érezte annak szükségességét, az evolucionista közgazdaságtannak elkötelezett, ún. neo-Schumpeteriánusokról beszélek, hogy számot adjon nemcsak a technológiai fejlődés ütembeli eltéréseiről a gazdaság számára, hanem annak irányváltásairól is. (Később visszatérek az evolucionista modellekre.)<sup>4</sup>

Néhány további rövid megjegyzésre van csak lehetőségem e tanulmány keretei között a „technológiai paradigma” koncepciójával kapcsolatban. Az egyik a tudomány szerepéhez kapcsolódik a (modern) technológiai fejlődésben, s a „vélelmezett anomália” fogalmával foglalkozik. A technikatörténetnek a „technológiai paradigma” fogalmával való szembesítése ugyanis már Constantot annak megértéséhez vezette el, hogy valamely „technológiai paradigma” válságának, továbbfejlesztetlenségének felismerése nem feltétlenül kell, hogy tényleges működésképtelenségen, pl. technológiai objektumok összetörésén alapuljon. Hiszen előfordulhat, hogy már rendelkezésre áll valamely tudományos ismeret, amely megmutathatja, hogy bizonyos technológiai próbálkozások meg-



oldhatatlan problémákhoz fognak vezetni. Ezért bizonyos technológiai anomáliák „vélelmezhetőek”. Constant példája szerint a dugattyús repülőgépmotorok fejleszthetőségének határait lehetett rámutatni új aerodinamikai ismeretek alapján. Ez új irányú kutatásokat indított be, a gázturbinás motorok kifejlesztését, amelyek „rendszerkényszere”, hogy utaljak **Th. P. Hughes** később még említendő rendszerszemléletű technikatörténet közelítésmódjára, például maga után vonta bizonyos magas hőmérsékleten is használható kerámiák és ötvözetek utáni, sikeresnek bizonyuló kutatást is.

Szemben azzal, ahogy Kuhn a „tudományos közösséget” mint homogént jellemezte, a technikatörténészek, közgazdászok, bizonyos filozófusok a „technológiai közösséget” eleve heterogénnek, mérnökutatókból, gazdasági szakemberekből, vállalkozókból stb. állónak fogták fel, hogy „valóság közeli” modellt állítsanak fel a feltételezett „technológiai közösségre”. Így megengedték, hogy a „technológiai paradigma” válságához nemcsak technikai, hanem pl. gazdasági tényezők vezessenek. Egy másik megjegyzésem végül arra vonatkozik, hogy a technológiát rendszernek tekintve, a tudománnyal szemben egy másik válsághoz vezető anomália is értelmezhetővé vált. Ez az esetleges koevolúciós kényszerből vált érthetővé, abból, hogy bizonyos rendszerlemek egymás fejlődési feltételeit jelenthetik egy technológiai rendszerben, s így kölcsönös kényszert képeznek. (Pl. gőzturbinák és nagy elektromos generátorok egyidejű fejlesztésének szükséglete léphet fel igényként valamely technológiai rendszerben.) Egy további megjegyzésem viszont arra vonatkozik, hogy Dosi megpróbálja lazítani a kapcsolatot az eredetet képező „tudományos paradigma” fogalommal és feltételezi, hogy a technológia területén sokszor párhuzamosan létező paradigmák versenye folyik, nem csupán valamely paradigma válságának elmélyülésével fordulnak újabb paradigmához, létrehozva ezzel bizonyos párhuzamos létezést. Végül csak megemlítem, hogy két kutató, **Rip** és **van den Belt**, 1986-ban a „technológiai paradigmák” koncepciójából kiindulva veti fel a „védett tér” képzésének stratégiáját, hogy valamely lehetősége szerint paradigmatisztikus fejlődésre igényt tartható innováció gondolatnak, kezdeti próbálkozásnak érdemesnek találhatnak intézményi védelmet adni. (Erre visszatérek még, ahogy arra is, hogy egy, mondjuk így, „mélyebb felbontású” jelenlegi közelítésmódban a „technológiai paradigmáknak” milyen hely jut.)

A mai technikatörténet-írás élvonalában 15–20 éve több olyan közelítésmód terjedt el, amelyek ismertetése a magyar olvasóközönség számára akkor is érdeklődésre tarthat számot, ha ismertetésükre csak jelzésszerűen kerülhet sor. Ebben a tanulmányban három ilyen nézőpont és technikatörténeti relevanciájának jelzésére kerül sor. Ezek az evolucionista szemlélet, a szociálkonstruktivista nézőpont változatai, illetve bizonyos rendszerszemléletű történetmegközelítés. Az első fő reprezentánsai az ún. evolucionista közgazdaságtant követő gazdaság- és technikatörténészek, a másodiké bizonyos, a tudománykutatásból kiszakadó, technikatörténet felé forduló, eredetileg pl. inkább szociológiai és politológiai érdeklődésű iskolák, a harmadik irányzat fő reprezentánsai, erős átfedésben ezekkel, bizonyos technikatörténészek, mint pl. **Th.P. Hughes**.

Az evolúció nézőpontjának alkalmazása a technika történetére. Ez lehet alkalmi analógia, de lehet törekvés a történelmi evolúció folyamatának rendszeres tisztázására. A kiindulópontokat a véletlen változatok keletkezésének és szelekciójának biológiai folyamata mint részleges modell adja, valamint annak tudása, hogy a kulturális evolúció lamarcki típusú folyamat. Azonnal szembeötlik, hogy az innovációban a társadalmi kontextus, az individuális alkotóképesség és szerencse történelmi összjátékának sztohasztikus mechanizmusában, bármilyen legyen is az konkrétan, mint emberi vonatkozások, bizonyos lényegesen eltérő sajátosságok jelennek meg. Pl. az új információ célszerűségi elemet tartalmaz, a feltaláló a környezetből kapott jelek alapján, azokat feldolgozva információvá, bizonyos mértékig irányítottan keresi a variációkat, azok – ritka kivételektől eltekintve – nem tisztán véletlenül keletkeznek. A feltalálói tevékenység (is) intencionális, bármennyire véletlenfüggő, s valahol a vak véletlen által motivált és a kereslet, a szükséglet által egyértelműen irányított végpontok között helyezkedik el. Azt fogják például kutatni, amit „szükségszerűnek” érznek, de a tudott, legalábbis valamilyen analógia szerepet kap abban, hogy a feltalálásra törekvő egyén vagy csoport értelmesnek találja a feladatvállalást. Ugyanígy a szelekció folyamata is tartalmaz intencionális réteget. (A technológiai találmányok nem egy merev determinációs rendszer szerint választódnak ki, hanem olyan játéktérre van a kiválasztódásnak, amelyben szerepet kapnak



intencionális elemek. Ilyen pl. a későbbi haszon reménye, de akár nem-gazdasági, politikai vagy katonai, esztétikai tényezők stb. formájában, azaz semmiképpen sem „a piac” mint merev determinisztikus létező, „dönt” elve érvényesül ilyen egyszerűségben.) Azt mondhatjuk, hogy a feltalálás mind a variációk keresésében, mind azok kiválasztási folyamatában sokféle módon visszacsatolt (lehet) az egész rendszeren belül, s lényegileg összefügg annak tanulóképességével.

Az egyes technikai objektumok, de rendszereik is különböző versengési viszonyokba lépnek egymással. Riválist jelenthetnek egymásnak, mint bármely kéziszerszámnak a gépi megfelelője, vagy az egyes szerszámok variánsai, kiegészíthetik egymást, mint pl. a fonás és a szövés, koevolúciós viszonyban lehetnek, amikor egymás fejlődési feltételeit jelentik, lehetnek parazita viszonyban, stb. Rendkívül fontos annak felismerése, hogy, ha a történelmet evolúciós folyamatnak próbáljuk meg felfogni, akkor a történelmet minden szinten útfüggő folyamatnak kell tekinteni. Más szóval a történelemtől elvárttá válik, hogy kimutassa, nemcsak azt hogy milyen egyedi konstellációk vezettek el valamely feltaláláshoz, hanem ugyanakkor egyfajta általánosíthatóságot is kell keresnie, ahol az „általános” útfüggő marad, tartalmazza az utalást az egyedi véletlenek hatalmas tömegére, amelyek alkotóelemeivé válnak. Pl. azért, mert ún. elágazási ponton hatottak, ezért, noha véletlen tényezők, alapvető szerepük lett a történelmileg megvalósult út konstrukciójában, s a történelmet bizonyos irányba terelték. Az ilyen jellegű történelmi tudás a jövő vonatkozásában nem tesz lehetővé szigorú előrejelzéseket, akármennyire részletesen derítjük is ki a történelmi folyamatot. Sőt annál is kevesebbet teljesít, mint amit pl. a gazdaságtan néha megpróbál elérni, hogy hipotetikus trendeket állapít meg, s ezek pontosságát igyekszik növelni, amire, hogy egy körforgással éljünk, „elégé állandó” történelmi folyamatokban viszonylagos esély van. Az evolucionista modell alapján kifejlesztett történelmi tudás elágazásokra, jelekre tesz érzékennyé, anticipációs mechanizmusokat mint analógiákat tisztáz a történelem vizsgálata alapján, s teszi magát hasznossá az „előretételezésben”.

Az az „evolucionista szemléletű” történetírás, amelyet itt jelzek, általánosítás igényű, a már jelzett korlátokkal nemcsak célnak, hanem eszköznek is tekinti egyedi esetek rekonstrukcióját, de az egyszerű trendkutatás megalapozásához a szükségesnél kevesebbet tételez fel. Nagyon fontos észrevennünk, hogy valamely általánosíthatóság kereséséhez az innovációk előzetes, hipotetikus osztályozása szükséges, hogy irányítsa a kutatást. (Természetesen ezek az osztályozások maguk is a történetkutatói felülvizsgáló attitűd tárgyai. De ez nem szabadít fel arra, hogy az osztályozást mintegy jelentéktelen, szinte tetszőlegesen elvégezhető feladatnak tekintsük.)<sup>5</sup> Kétféle osztályozást említek meg. Az egyik szerint az innovációknak négy alapvető típusa van. Ezek a „felhasználás során végzett újításoktól” a csak tudományos fejlesztésen alapuló, sokszor új iparágak keletkezéséhez vezető innovációkig terjednek. Miután ez nálunk a magyar irodalom alapján is megtalálható, ezért jobban ismert, egy másik sémát ismertetek röviden. Ez az innováció evolucionista szemléletén és lehetséges „forrásainak” elkülönítésén alapul. Eszerint létrejöhetnek innovációk mint „mutációk”, mint „rekombinációk” vagy mint „hibridek”.<sup>6</sup> Műszaki objektumok hibridizálódási folyamatának tekinthetjük például az autó létrejöttét. Ilyenkor egy hibrid tényleges megvalósulásához rendszerint „komplementer innovációkra” van szükség. Például a folyami hajózáshoz kidolgozott gőzhajó lapátkerekei alkalmatlanok a tengeri hajózásnál, a propeller kifejlesztése segített abban, hogy a gőzhajók tengeri hajózásra is alkalmasak legyenek.

Rá kell mutatni egy fontos történelmi tapasztalatra, amely a műszaki innováció komplex értelmezését követeli meg. Számos „technológiai áttörés” szintű innováció lehet „halva született”, hiszen a műszaki objektumok, műszaki rendszerek csak valamely társadalmi közegben funkcióképesek. A történész alapvető feladata lehet, hogy feltárja a „halvaszületett” innovációkat és a mechanizmusokat, amiért ezek ilyenként születnek vagy maradnak meg. Bizonyos történészek úgy látják, hogy a reneszánsz és a barokk által fémjelvezhető korszak jellegzetesen sok „halva született” találmányt hozott létre, miközben az „ipari forradalom”<sup>7</sup> olyan korszak volt, mindenekelőtt Angliában, ahol a társadalmi struktúra felvevőképességének megfelelő találmányokat fejlesztették ki. Ennél kevésbé élesen jelentkezik a probléma, amikor a körülmények változása következtében valamely találmány helyzete megváltozik, s a korábban jellemző állapotából egy új helyzetbe, például megvalósítható innováció, vagy társadalmi méretekben elterjeszhető innováció állapotába kerül. Je-



lezzük ezt röviden a bakelit példájával. A történet azt mutatja, hogy a bakelit megjelenésekor, 1909-ben nem volt az a csodálatos szintetikus gyanta, aminek később bizonyult. Ez a helyzet úgy tíz évig nem is változott. A háború végére azonban a fenol, amely kellett a bakelit előállításához, megfelelően hozzáférhetővé vált, és a bakelitet versenyképes áron tudták kínálni.<sup>8</sup> Az eset rekonstrukciója egyben fontos figyelmeztetés is lehet a történészre állandóan leselkedő egyik csapdára, amelybe bizonyos technikatörténészek még mindig túl sokszor esnek ártatlanul bele. Ez a retrospektív történetírás hibája, ami itt azt eredményezte, hogy bizonyos szerző feltételezte, hogy a bakelit végső diadalából kiindulva a történetet úgy lehet rekonstruálni, mintha az a később diadalra jutóval szembeni „ellenállás” leküzdéséből állt volna, ahelyett, hogy a történetet mint valódi alternatívák keletkezését és megszűnését tárgyalta volna.

Számos leszűkítő nézet alakult ki avval kapcsolatban is, hogy miért nem képes valamely új találmány széleskörűen elterjedni. (Itt csak utalok arra, hogy a szabadalmi védelemig eljutott innovációknak csak egy töredéke lesz valóban elterjedt, életképes találmány, s ez a tény számos, erősen érdekmotivált spekulációra ösztönözhet.) Ebben számos ok játszhat közre, és érdemes az értékelésnél helyet adni annak a lehetőségnek is, hogy természetes evolúciós lehetőségről lehet szó, hiszen az evolúció a társadalomban is szükségszerűen „szemétermelő”. Mégis, ahelyett, hogy a lehetséges szelekció okát egy szélesen meghatározott lehetőségmezőből próbálnák meg megkeresni, a különböző elméleti tudományok sokszor leegyszerűsítően modelleznek. Pl. a leggyakoribb az, hogy a közgazdászok azt mondják, valamely találmány elbukott, mert nem felelt meg a „piac” vagy a profitmaximalizálás igényének, s a hipotézist bizonyítéknak tekintik. A technológiai fejlődés elmélete és a technikatörténészek sokkal több lehetőségre mutathatnak rá. Két ilyen csoportot röviden megemlítek.

Az egyik azzal kapcsolatos, hogy az új találmányoknak rendszerint egy már működő technológiai rendszerbe kell beilleszkedniük. Ez olyan további innovációfeladatokat állíthat fel a „rendszerképnyeszer” következtében, hogy esetleg lemondanak egy lehetséges találmány elterjesztéséről. A másik a társadalmi ellenállás változatos fajtái. A találmányok elterjedését megakadályozó társadalmi ellenállás változatos fajtái már jobban ismertek a nagyközönség számára is. Itt elég arra gondolnunk, hogy új találmányok az élet megváltoztatását hozzák magukkal valamilyen értelemben valamely csoportok számára, s ez általában különböző hatásokat jelent különböző csoportok számára. A korábbi technológiai rendszer alkalmazásának nyertesei most hátrányba kerülhetnek, egészen a kiszorulásig, vagy az új rendszer hozhat létre új veszítőket. Az első tekintetében, s arra, ahogy technológiai rendszerekhez fűződő érdekek konzerválódhatnak, s tartós, hatékony szervezeti formákat találhatnak, elég a céhesség későbbi szerepére gondolnunk, vagy a luddita mozgalmakra. Ugyanakkor az elfogulatlan történész feladata lehet az is, hogy kimutassa, hogy pl. a ludditák egy része nem a technológiai fejlődés egészével szemben volt ellenséges, hanem olyan alternatívát követelt, olyan alternatíva után vágyott, amely érdekeinek, kultúrájának megfelelt.

A komparatív történetírás különösen hasznos lehet az evolucionista technológia-elmélet tapasztalati ellenőrzésére. Az evolucionista nézőpont egyik legfontosabb tétele, evolucionista szemléletének megfelelően a diverzitás és megőrzése fontosságának hangsúlyozása a technológiai kreativitás folyamatában. Ez abból következik, hogy a technológiai fejlődést az evolucionista nézőpont alapvetően útfüggőnek tekinti. Az útfüggés, a véletlen hatások miatt kialakuló diverzitás biztosítja sokféle variáns kialakulását, azt, hogy nem záródik be túl korán a technológiaválasztás. A technikatörténészeknek a komparatív vizsgálati mód azt kínálja, hogy a lokális feltételek szükségszerű eltérése miatt esetleg eltérő fejlődési utakra is rámutathatnak az alternatívák sokszorozódása mellett. A diverzitás hangsúlyozása mintegy a biológiai analógiára teszi a hangsúlyt. Ugyanakkor a „védett terek” újabb megjelent koncepciója, amihez bizonyos „védett tér képzési mechanizmusok” esetében esetleg többszáz éves gyakorlat tartozik már, az intencionális elemet, azt hangsúlyozza, hogy döntő fontosságú lehet bizonyos védettség idejekorán való biztosítása. (Védett terület hozhat létre kockázati tőke rendelkezésre bocsátása, „üzleti angyal” megjelenése, szabadalmi védelem, tudományos, technológiai park, nem ennyire intézményesült formákban akár a kedvező kulturális környezet stb.). A két nézőpont együttesen, kombinálva valamely innovációpolitika lényeges elemét



adhatja, mint amely politika egyrészt biztosítja a „hibás” fejlesztés esetén, amely „hibás” fejlesztés esetleg csak bizonyos idő után, pl. a környezet változásával válhat hibássá, hogy, ha költségesen is, de vissza lehessen térni. (Ez az innovációpolitikában az „elővigyázatosság” elvének az érvényesítése, amely elvet inkább a fenntartható fejlődés környezettudományi elméleteiből ismerünk.) Másrészt mint merész „vállalkozói magatartás” a „védett térrel” egyfajta társadalmi kísérletet hoz létre abból a célból, hogy az ígéretes alternatívának a lehető leggyorsabb fejlődést biztosítsa, ahogy például a „tehetségek iskolája” teszi az oktatás területén.

Valóban, a történelem számos esetet mutat, még viszonylag rendszertelen bele-kutatás alapján is, amikor valamely „elágazási ponton” egy alternatíva elvesztette a továbbfejlődési lehetőséget. Úgy tűnik, hogy a gőzautó valószínűleg túl korán vesztett és szorult ki a benzinhajtású motorokkal szemben, vagy a léghajó speciális, korhoz kötött okok miatt került teljesen háttérbe a repülőgéppel szemben, s ennek akár valamilyen korrekciója is létrejöhet a jövőben. Fontos történelmi feladat, hogy azzal is adalékokat szolgáltatson a műszaki innováció elmélete számára, hogy részletesen kikutasson mind több olyan esetet, ahol a versengést végig tudja követni és értelmezni.

Elterjedt, hogy az evolúciós optimalizálás paraméterét az elméleti tudományok leszűkítik és egyben általánosítják. Elsősorban a tankönyvekben sokszor található az a „közgazdász” nézet, hogy a profitmaximalizálás, a piac szükséglete szinte egyetlen kiválasztó tényező lenne. A történész korrekciós feladata a szakmák kölcsönhatásában megvalósuló fejlődésben, hogy egyrészt tényszerűen kimutassa, milyen sokféle optimalizálási paraméter szerint történtek a „technológiaválasztások”, s másrészt, hogy tényszerűen kimutassa: az evolúciós optimalizáció mindig valamennyire lokális marad. Mindkét dolgot az evolucionista közgazdaságtan kiindulópontként feltételezi. Ezen lokalitás következtében jön ismételtelen létre, hogy sokszor „munkamegosztás” alakul ki és stabilizálódik régi és új technológiák között, ahogy pl. a vízimalom, a szélmalom és a kézimalom esetében történt pl. a középkorban, vagy alakulnak ki, pl. kulturálisan preferált „védett terek” valamely technológiák számára.

Áttérek most az evolucionista szemlélet egy konkrét modelljének technikatörténelmi kidolgozására. Két fiatal, egy holland és egy angol kutató, **W. Bijker** és **Tr. Pinch** a nyolcvanas évek elején fontos új szemléletmódot honosítottak meg a technikatörténet kutatásában egy, a kerékpár korai történetét rekonstruáló tanulmányukban.<sup>9</sup> Ez egy sajátos szociológiai nézőpont érvényesítése a technika történetére. Noha tanulmányuk és még néhány más tanulmány, amelyekre még kitérek majd, hatalmasra nőtt áramlatot indított el, Magyarországon ezek, úgy tűnik, nem kellően ismertek, vagy esetleg félreismertek. Nézőpontjuk mint a technológiai változás vizsgálati módja különösen fontos a feltalálás és az innováció történetének megértéséhez. Lényege szinte hiánytalanul tisztázható első, úttörő tanulmányuk alapján. A következőkben ezt ismertetem olyan további leegyszerűsítésben, amely közvetlenül láthatóvá teszi mondanivalójukat. (Egyben belefoglalom az ismertetésbe néhány fontosabb kritikusuk által kidolgozott ellenvetésekre adott válaszukat is.)

Mindig eléggé evidensnek látszott az a gondolat, szemben a tudomány történetével, amelyben sokkal nagyobb volt a készlet arra, hogy elfeledkezzenek a társadalom történetével való mély összefüggéséről, s mintegy ettől független autonóm folyamatnak ábrázolják, hogy a technika története valahogy szorosan összefügg a társadalom történetével. Mi több, számos történész a technika történetét a társadalom történetébe mélyen beágyazottnak tekintette. Amint utaltam már rá, az Annales iskola, amelynek szerepe a technikatörténet-írás ösztönzésében is kiemelkedő, a harmincas években hirdette meg azt a programot, hogy a technika történetét, „kontextusba helyezve”, a társadalom és a gazdaság történetének részeként kell tudni tárgyalni. Azonban, szemben a most tárgyalandó közelítésmóddal, kiindulópontjukat az a meggyőződés adta, ahogy **M. Bloch** kifejezte, hogy először tisztázni kell a technika történetét „önmagában”, majd ezt a logikus folyamatot kell bemutatni mint a társadalmi folyamatok történetébe beágyazottat. Mint látható, úgy képzeltek el, hogy a technika történetét a társadalmi és gazdasági folyamatok csak annyiban befolyásolják, hogy annak „logikáját”, fejlődési törvényszerűségeinek megfelelő kifejlődését lassítani vagy gyorsítani tudják. Bizonyos értelemben ez az elképzelés is megengedte, hogy a technikai fejlődés történetében irányokat mutassanak ki, például, hogy valamely irányban a műszaki fejlődés esetleg egyál-



talán nem tudott megindulni, mivel társadalmi tényezők, például vallási okok gátolták. Másrészt technika és társadalom kölcsönhatásának vizsgálatát korábban, a szociológia oldaláról, lényegében mint a (valahogyan keletkezett) technika társadalmi hatásainak elemzésére, hatáselemzésre korlátozták. Az az irányzat, amelyet most nagyon vázlatosan ismertetek, azonban abból indult ki, hogy önkényes, preconcepció alapuló korlátozó előfeltevés azt hinni, hogy a társadalmi és gazdasági tényezők hatása megállhat azon a szinten, ahol a korábbi közelítésmód dolgozott, lényegében a „külsőként” azonosítható tényezők szintjén, illetve a hatáselemzés vizsgálatánál. Az elemzésnek, amely társadalom, gazdaság és technológia viszonyát vizsgálja, egyrészt a technológiák egész „életciklusára” ki kell terjednie és meg kell próbálnia kimutatni, hogy a „technikai tartalom” is társadalmi folyamatok által formált, mégpedig a teljes „életciklus” során. Lássuk, hogyan valósították meg ezt a törekvésüket a kerékpár fejlődése, a 19. század második felében lezajlott történetének rekonstruálásával.

Ha rendkívül leegyszerűsítjük munkájuk eredményét, de még megtartva a mondanivaló lényegét, akkor azt mondhatjuk, hogy ebben a korban a kerékpárnak két, egymással versengő modellje alakult ki. Az egyik esetében az ún. „releváns társadalmi csoportot” fiatal úriemberek, hivatalnokok, tanárok, stb. alkották, akik számára a kerékpár mindenekelőtt a versengés, a figyelemfelhívás eszközét adta, s ezért a kialakuló magaskerekű kerékpár alkalmas műszaki objektum volt, hogy ezen értékeket szolgálja. E kerékpárfajta legfontosabb műszaki értéke, funkciója gyorsasága volt, ugyanakkor nagy ügyességet igényelt használata, hiszen biztonsága rendkívül kicsi volt. A fejlesztők, megcélozva ezt a fogyasztói réteget, a kerékpárt olyan műszaki objektumnak azonosították, amelynek fő műszaki funkciója gyorsasága, e funkció mellett más funkciók másodrendűek, társadalmi funkciója pedig ennek a rétegnek a kiszolgálása, a neki megfelelő társadalmi értékek megvalósításában való részvétel. Ez határozta be, megadva a kerékpár „jelentését”, a műszaki fejlesztés irányát. Egy másik csoport számára, amelyet kezdetben hangsúlyosabban tettek ki pl. az öregebb lehetséges felhasználók vagy a nők ugyanebből a társadalmi rétegből, majd később a munkába menők, a kerékpár nem a sport és az ügyesség bemutatásának eszköze volt, hanem szállítási eszköz, illetve pl. a társadalmi egyenlőség érvényesítésének eszköze. Ezért műszaki szempontból a gép biztonságos működése volt a fő érték. Mint látható, a lehetséges műszaki objektum, amely lehetőségét tekintve mindig multifunkcionális, meghatározott, a lehetséges fogyasztói csoportok által neki adott társadalmi jelentés szerint kapott fejlesztési irányt. A feltalálás iránya társadalmilag határozódott meg, noha műszaki paraméterekben kifejezendő fejlesztést jelentett.

A műszaki objektumoknak, mutattak rá a szerzők ebben az úttörő tanulmányukban, bizonyos „értelmezési rugalmasságot” kell tulajdonítani, ami a társadalom különböző csoportjainak eltérő viszonyulása miatt alternatív elvárásokban és azoknak megfelelő objektum-variánsokban realizálódik. A feltalálás és fejlesztés során ezek az elvárások egy alkumezőt jelölnek ki, amelyben a társadalmi funkcionálás és a lehetséges műszaki paraméterváltozatok együtt adják meg a feltalálás és fejlesztés kényszereit és szabadsági fokait. A szerzők rámutattak arra, hogy az általuk vizsgált történetben bizonyos idő múlva stabilizálódás jött létre, a tárgyalt történeti szakasz végére, a 19. század fordulójára az ún. „biztonsági kerékpár” uralkodott el. Hajlamosak lehetnénk rá, hogy ezt tekintsük a kerékpár „természetes formájának” és meghatározásának, de talán érthető e rövid történeti összefoglalásból is, hogy történelmileg ez nem volt így, s csak normatív alapon rögzíthetnénk, hogy mi a kerékpár, vagy bármely műszaki objektum „természetes formája”.

Ezzel kapcsolatban utalunk rekonstrukciójuk egy további elemére. Ma bizonyára hajlamosak lennénk azt mondani, hogy a mai kerékpárgumi, amely sűrített levegőt tartalmaz, természetes tartozéka a kerékpárnak, nem történelmileg kezdetben esetleges, noha később igen stabillá vált konstelláció következménye. Pedig **Dunlop** találmányát különböző indokok miatt egy ideig meglehetősen ellenkezéssel fogadták.<sup>10</sup> Ahogy a kerékpár „egészére”, úgy bármely részére is érvényes, hogy „értelmezési rugalmassága” van, s az is, hogy valamely stabilizálódás egy stabillá váló történelmi konstelláció terméke. A másik fontos, noha talán a fejlesztők között mindig evidens ismeret, amelyet a szerzők sikerrel bevitték a technikatörténet kutatásába, az volt, hogy az elterjedés szakasza is, amit Schumpeter innovációnak nevezett, mindig bizonyos feltalálói tevékenységet követel meg. Itt



utalhatunk arra, amit a főleg **Freeman** által hangsúlyozott technológia-elmélet „használat útján való innovációnak” nevez, de rámutathatunk egy mélyebb változásokat jelentő rétegre is. Például arra, amire utaltunk már, hogy a lapátkerekek jól működtek az első, folyókon közlekedő gőzhajókon, de a gőzhajók hatékony felhasználása tengeri szállításra megkövetelte a propellerek kifejlesztését. Mi több, az alkalmazás és elterjesztés szférájában megjelenő új igények akár újabb alapvető innovációs tevékenységet indíthatnak el, vagy akár az eredeti funkció megváltozásához is vezethetnek. Ennek érdekes példája, hogy a Ford T autót az amerikai vidéken sok helyen állandó erőgépként is használni kezdték, s például mosógép meghajtására használták fel. Ugyanakkor a vidéki környezet igényei olyan próbálkozásokhoz is vezettek, hogy a Ford T autót mintegy traktorként hasznosítsák, ami még jobban ráirányította a fejlesztők figyelmét a traktorok kifejlesztésére, amelyek gőzzel hajtott elődei már az előző évszázadban működtek.

Bármely műszaki objektum, technológia egész életciklusa során újból és újból egy újraértelmezési folyamat részévé válhat, például, ha új „releváns csoportok” jelennek meg, amelyek által megkövetelt társadalmi értelmezés műszaki funkciók megváltoztatását követeli meg. A kerékpárral kapcsolatban elég itt a szabadidő mint tömeges társadalmi fogyasztás tárgyának megjelenésére utalni, először a hatvanas években, s a kerékpár azóta bekövetkezett fejlődésére.

A nyolcvanas évek másik, tág értelemben „társadalmi konstruktivista” technológiafejlődés elméleti és történeti nézőpontjaként jelent meg az aktor-háló (actor-network) modell. Ennek kidolgozói két, ma sokat vitatott, francia kutató, **Bruno Latour** és **Michel Callon**, valamint a körülöttük kialakult iskola, pl. **Madelaine Akriche**. E közelítésmód kidolgozói a feltalálási folyamat társadalmi háló jellegét tették kiindulópontjukká. Mindenképpen fontos lenne munkásságuk ismertetése, hiszen ma a legelterjedtebb, tág értelemben vett szociálkonstruktivista technológia tanulmányok közelítésmódot alkotják, de a jelenlegi terjedelmi korlátok miatt erre nem tudok sort keríteni. Három megjegyzést mégis teszek velük kapcsolatban. Az egyik a „tág értelemben szociálkonstruktivista” jelzőre vonatkozik. Ez a Hughes féle rendszerközelítés híveivel és a Bijker-Pinch féle közelítés híveivel kapcsolja őket egybe, mivel mindannyian a „hiánytalan háló” (seamless web) metaforájából indulnak ki kutatási metodikájuk kidolgozásakor. Eszerint a feltalálás bizonyos tényezők együttesének rendezett kölcsönhatását követeli meg szükségszerűen, amelyben e rendszerhelyük homogenizálja a tényezőket. Ennek megfelelően voltak például a korai feltalálók egyszerre feltalálók, „közgazdászok”, PR szakemberek, ahogy pl. az aktor-háló modell képviselői vagy Hughes hangsúlyozzák, másrészt kapnak a véletlen tényezők bizonyos vonatkozásban azonos súlyt, stb. Ugyanakkor a „hiánytalan háló” metaforájával együtt jár a determinista kiindulópont elutasítása is. A második megjegyzés arra vonatkozik, hogy más, tudásszociológiai kiindulópontú technikaértelmezésekhez hasonlóan, például Callon fontos esettanulmányokban mutat arra rá, hogy a technológia rejtett vagy kevésbé rejtett társadalomkonstruálás, s ennek során a mérnökök mintegy társadalomtudósi szerepet vindikálnak maguknak. A harmadik megjegyzés arra vonatkozik, hogy az „aktor-háló” közelítésmód tette M. Akrichet érzékenyebbé a felhasználók szerepének érzékeny szemléletére a technikai innovációban. Ez egy olyan téma, amely a mai posztfordista iparfejlődési korszakban a felhasználó aktivitás növelésére irányuló erőfeszítésekkel egybecseng, akár már a K+F-be való bevonással is, a politika demokratizálása területén pedig például az ún. konstruktív technológia hatáselemzés kifejlődésével, mint a technikapolitikába való „bevonás” egyik módjával. Akriche ún. „felhasználói beírás” (user script) koncepciója egybecseng tehát olyan menedzsment közelítésekkel, mint Hoppel „vezető felhasználó” koncepciója, számos vállalat gyakorlatával és, mint mondtam, olyan policy tanácsadási módszerekkel mint a „konstruktív technológia hatáselemzés”.

Érdemes még egy harmadik szemléletmódot röviden bemutatnom, amely az utóbbi időben lényeges elemekkel járult hozzá a műszaki innováció történetének újszerű tárgyalásához. Ez a Th.P. Hughes által kifejlesztett rendszerszemlélet. Két példán szemléltetem mondanivalóját. Az egyik a giroszkóp feltalálása történetének Hughes által kidolgozott rekonstrukciója. A műszaki fejlődés, vallja Hughes, mindig rendszerszerű folyamat. Ennek során a kutatás élvonalában ún. „fordított kiszögellések”, a rendszer működését akadályozó, vagy éppen lehetetlenné tevő „egyensúlytalanságok” keletkeznek (a kifejezést Hughes a katonai szótárból vette át). Ez kényszerrel gyakorol,



s megmutatja a követendő feltalálási, fejlesztési irányt. Ezt a kényszert korábbi technikatörténeti nézőpontok követői gyakran nem vették észre. Hughes egyik rekonstrukciójában e kényszer létrejötte a döntő pont a giroszkóp feltalálásában. A giroszkópot az elsők között, **E. Sperry** csinálta meg, 1910-ben. A korábbi technikatörténészek a giroszkóp feltalálását egyszerűen mint egy izolált eseményt kronologikusan rögzítették Sperry munkásságában. Hughes arra mutatott rá, hogy a folyamatot a hajó mint rendszer és a giroszkóp mint annak szükséges eleme viszonyában kell szemlélni. Arról van szó ugyanis, hogy amióta a 19. század közepétől a gőzhajók léptek a vitorlások helyére, a vasváz váltotta fel a favázat. Ennek nem-szándékolt következménye lett, hogy változások kaszkádja kényszerült ki a hajóban mint rendszerben. Mivel a hajóban állandóan mágneses fluxusok keletkeztek, a később bevezetett elektromos motorok és világítás miatt is, a mágnesű használhatatlanná vált. Ez különösen problematikusá vált annak következtében, hogy megnőtt a hadihajók tüzelési távolsága. A giroszkóp, mint amelyet nem érintett a mágneses mezők változása, a kikényszerített feltalálást példázza, előző feltalálói tevékenység nem-szándékolt következményeivel való megbirkózás céljából.

Hughes figyelmét az előbb említett kikényszerített feltalálói tevékenységen túl a feltalálás megvalósításához szükséges intézményi feltételek, mint sokszor szintén szükséges innovációk kidolgozása vonta magára. A feltalálónak-innovátornak sokszor képesnek kellett arra lennie, hogy nemcsak az eszközt megtalálja, hanem megtalálja, sőt megszervezze a gyártást és az eladást is. A kreativitásnak, legalábbis korábban, például **Edison** idejében nem csupán a szűken vett műszaki probléma megoldására kellett sokszor irányulnia, hanem mintegy holisztikusnak kellett lennie, s egy sikeres társadalmi tevékenység, sokszor intézmény és műszaki objektum együttest kellett létrehoznia. Egy megjegyzést szeretnék ehhez tenni. Nagy technológiai rendszereknél, mint pl. akár a gépi termelés rendszere a 19. századi Angliában, az ennek eluralkodásához szükséges, „holisztikusnak” nevezhető kényszer akár lényeges elemeként folyt bele olyan átfogó társadalmi átalakulási folyamatokba, mint akár a klasszikus kapitalizmus termelési rendszerének kifejlődése, tehát, hogy a műszaki megújulási folyamat szükségszerűen alkot egységet, valamely, különben alternatívákat megengedő társadalmi „feltételrendszerrel”.

Befejezésül két további lehetséges nézőpontra szeretnék utalni. Az egyik az ún. „kis innovációk” társadalmi-gazdasági jelentőségére vonatkozik. Nyilvánvaló, hogy a gazdaság számára az „áttöréshez vezető” innovációk disszeminációja során szükségszerű innovációs folyamatok is alapvető jelentőségűek. Ugyanakkor kísértés érezhető a történész számára, amely részben a népszerűsítés igényeiből származik. Ugyanis a nagy áttöréseknek van „hírértékük”, nem a hatalmas mennyiségű kis változtatásnak, a nagy áttörések tényleges kiaknázásának. Különösen olyan országokban, ahol a reális iparpolitikai cél a „résekben” „kismesterként” próbálkozás, a technikatörténészeknek többet kellene tenniük azért, hogy a közfigyelem jobban irányuljon a disszeminációk során megvalósuló „kis innovációk” megbecsülése felé. A második befejező megjegyzésem a műszaki kreativitás problémájára vonatkozik. Azt hiszem, hogy e problémát túlzottan fókuszálják az innovatív egyénre, miközben a (műszakilag) kreatív társadalom, kreatív társadalmi intézmények vizsgálata alapvetően háttérbe szorul. Hughes metaforájával mondván, ha az innováció valóban olyan mértékben fog a társadalmi fejlődés középpontjába kerülni, ahogy az a „tudástársadalomra” vonatkozó előrejelzések szerint látszik, akkor a kreatív társadalom, kreatív társadalmi intézmények vizsgálatának elhanyagolt problémája hamarosan „fordított kiszögellést” fog képezni. A vonatkozó történeti anyag feltárása felé fordulás ismét hasznos összehasonlító ismeretekhez vezethet el.



## IRODALOM

1. A jelen tudományos konferencián tartott előadás átdolgozott változata a BME „Technika-, mérnök- és tudománytörténet” PhD programjában első éves hallgatóknak „Bevezetés a technikatörténetbe” című tárgy egyik óráján tartott előadásnak.
2. Schumpeter óta szokás megkülönböztetni feltalálást és innovációt. Ennek a megkülönböztetésnek ma is tulajdonítunk bizonyos értelmet, de e rövid tanulmányban a két terminust általában megkülönböztetés nélkül használom, mivel eltérésük nincs hatással a mondanivalómra. Ahol van, ott jelzem.
3. Az „Annales d’histoire économique et sociale”, 1935-ben különszámot jelentetett meg. „Technika, történelem, élet” címmel.
4. Uo. 87. old.
5. Lynn White: Medieval Technology and Social Change, Oxford, Clarendon Press, 1962.
6. Id. mű 88. old.
7. A „technológiai paradigmákról” részletesebb ismertetés van pl. Hronszky Imre tanulmányában: Vannak-e „technológiai paradigmák”? Replika 27 (1997. szeptember), 56–97. oldalon.
8. Legalább egy lábjegyzetben megemlítem, hogy az innovációkutatást középpontba állító gazdaságtörténészek közül alapvető hiba nem foglalkozni Nathan Rosenberg évtizedeket felölelő munkásságával. Ez csak akkor lesz megbocsátható, ha egy későbbi tanulmányban részletesen kifejtem eredményeit.
9. Ezeket az osztályozási sémákat mintegy a technikatörténész mikroszkópjainak kell tekinteni, amelyek sajátosságai megszabják, hogy mit lát meg és mit nem, mert nem mutatják meg neki, vagy mert túl nagy felbontást adnak stb.
10. Vö: Joel Mokyr, tanulmányával (Evolution and technological change: a new metaphor for economic history) in: Robert Fox (Ed.): Technological Change, Methods and Themes in the History of Technology, Harwood Academic Publishers, Amsterdam, 1996.
11. Nem tudok belemenni annak elemzésébe, hogy milyen jogos kritikák érik az „ipari forradalom” különböző koncepcióit, a terminust csak korszak megjelölésére használom.
12. A történet ilyen rekonstrukcióját ld. W. Bijker tanulmányát (The Social Construction of Bakelite, Toward a Theory of Invention, in: Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes, Trevor Pinch (Eds.): The Social Construction of Technological Systems, MIT Press, Cambridge/Mass., 1989.
13. Ld. W. E. Bijker, id. mű, 17–50 old., Tr. J. Pinch, W. E. Bijker: The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other tanulmány,
14. Csak mellékesen jegyzem meg, hogy ő „újralfeltaláló” volt, levegővel töltött gumikereket már közel fél évszázaddal korábban csináltak.