

Vannak-e „technológiai paradigmák”?¹

Hronszky Imre

„Azok közül, akik kedvezően fogadták munkámat, többen nem is annyira azért rokon-szenveztek vele, mert fényt vet a tudomány mibenlétére, hanem inkább azért, mert úgy találták, hogy fő tételei sok más területre is alkalmazhatók” – értékeli Kuhn koncepciója szélesebb fogadtatását *A tudományos forradalmak szerkezetéhez* fűzött híres „Utószó”-ban (Kuhn 1984: 274). A paradigmakoncepciónak a tudományelméletbe és -történetbe való bevezetése után sokan a társadalomtudományok, az irodalom, sőt a politika vagy a történelem „paradigmáiról” kezdtek beszélni. Később a matematika „paradigmáinak” vizsgálata is téma lett, és a hatvanas évek közepe óta széles körben vált „a műveltség” nélkülözhetetlen azonosítási jegyévé a paradigmákra való hivatkozás.

Kuhn meglepődött ezen az eszkaláción: „Értem, hogy mire gondolnak, és nem is akarom elvenni a kedvüket attól, hogy megpróbálják kiterjeszteni az itt javasolt szemlé-

letmód érvényességi körét, reakciónk mégis zavarba ejtett. Amennyiben munkám a tudományos fejlődést olyan folyamatként ábrázolja, amelyben a kutatás hagyományt követő szakaszainak rendjét időnként nem kumulatív törések tarkítják, annyiban a benne foglalt tételek kétségtől szűrés nélkül széles körben alkalmazhatók. De hát ennek így is kell lennie, hiszen ezeket a jellemzőket más területek leírásából kölcsönöztem” (Kuhn 1984: 275).

Vitatkozni lehetne Kuhnral arról, hogy nem is volt annyira paradox a paradigmakoncepció kiterjesztésére, illetve analogikus alkalmazására való próbálkozás. A „technológiai paradigmákra” vonatkozóan majd magyarázni próbáljuk a folyamatot. A tudomány diszkontinuus fejlődésének hipotézise mindenképpen eléggé megrázó élménynek bizonyult. A Kuhn által leírt mechanizmus, a paradigma működésének és a paradigmaváltásnak a koncepciója pedig eléggé konkrét volt ahhoz, hogy kiterjesztésre, összehasonlításokra ösztönözzön. Kuhn, persze, joggal panaszkodott, hogy bár ő a tudományos tudás fejlődési mechanizmusának leírására dolgozta ki a koncepcióját, sokan elfeledkeztek annak *differentia specificájáról*.²

A paradigmakoncepciónak és kiterjesztési törekvéseinek, analogikus alkalmazásainak

1 A magyar nyelvben élesen megkülönböztetik a technika és a technológia szó érvényességét – az utóbbin szűken eljárásról értenek. Az egyre inkább egyeduralgó angol nyelvhasználat a technológia szót általánosan alkalmazza a modern technika egészére. Ebben a tanulmányban ezt a szóhasználatot követjük. Ha néha eltérünk ettől, az nem jelent jelentésbeli különbséget.

2 Kuhn úgy véli, hogy a fejlett tudományokban viszonylag ritkán vannak rivális iskolák (vö. pl. Kuhn 1984: 275).

legalább négy rétege jött létre. Az első természetesen az eredeti kuhni, a szemlélet kidolgozása a természettudomány, lényegében a fizika és a kémia történetére. A következő réteg a szemlélet analogikus felhasználása, amelyet érdemes a referencia megkülönböztetése alapján megkettőzni. Az első esetben valamilyen más, például a társadalomtudományi megismerés paradigmaszervezetéről van szó, a második esetben pedig a paradigmakoncepciónak általános innovációs sémaként való fölfogásáról. (Ekkor beszélnek például a „szervezeti innováció” vagy éppen „a történelem” változásának paradigmamodelljéről.) Végül pedig, a paradigma szó lehet divat vagy modorosság is. Különböző minőségű hivatkozások sorozatáról van tehát szó, egészen a pusztán szóhasználatig lecsupaszított formában.

A továbbiak megértéséhez előbb érdemes összefoglalnunk a paradigmakoncepció lényegét. A paradigma („a tudomány művelésének egy sikeres darabja”), konkrét modellt nyújtva a kutatáshoz, kognitív hagyományként működik, amelynek adott kognitív közösség elkötelezi magát, és a továbbiakban a hagyomány irányítja a tevékenységét. A paradigma hármas funkciót tölt be: keretet biztosít a problémák megfogalmazására, heurisztikát a megoldásukra, és betölti az ismeretek értékelésének funkcióját. A paradigma és az adott közösség egymást definiálják. A paradigma valóban a közösségé, elvileg sem csupán bárki által teljes egészében elsajátítható explicit tudás. Egyrészt azért, mert működésének elengedhetetlen része a nem verbalizált, de a gyakorlatban jól körülhatárolhatóan működő úgynevezett „hallgatóságos tudás” (tacit knowledge), amely csak egy közös, kodifikált gyakorlaton keresztül közzélik.³ Másrészt a paradigma problémagenerátorként, megoldás heurisztikaként és értékelő mintaként is működve, lehetővé teszi a megismerés konszenzusos alapú gyakorlását. A kialakuló, önmagát fenntartó és újradefiniáló tudományos közösségnek egy adott paradigma iránti elkötelezettsége jelenti a végső értékelési instanciát a tudományos ismeret helyességét illetően. Kuhn számára a sok megoldandó probléma közül az volt az egyik legfontosabb, hogy kimutassa, miben áll a tudományos megismerés autonómiája, s ezt ebben a jól érvelten kialakított közösségi konszenzusban vélte megtalálni. A paradigma mindenekelőtt konkrét minta, sikeresnek bizonyuló, példamutató, híveket toborzó tudományos tevékenység, mint például Newton vagy Einstein fizikája. A paradigmatis tevékenység gyakorlat, amelynek során olyan értők közössége végez tudományos tevékenységet, akik követni tudják a mintát újabb esetekre való alkalmazással. Döntően fontos, hogy a paradigma létrejöttével „világ” jön létre, a világgal való kognitív kapcsolatunknak egy meglehetősen zárt és teljes módja, amelyben elméleti-fogalmi és gyakorlati-anyagi technikai eszközöknek egy egészzé formálódó rendszerben „számunkra valóságosként” fogjuk föl a természet valamely darabját mind a szemléletben, mind tényleges tárgyi gyakorlatunkban.

Valamely paradigma létrejöttével létrejön a tudományos kutatás „normál tudományos” szakasza. Ezzel olyan mechanizmus alakul ki, amely egyrészt biztosítja az adott terület részletes megvizsgálhatóságát, egyfajta lineáris haladást, azaz az ismeretek kumulációját, másrészt, paradox módon, biztos mechanizmust ad a továbbfejlődésre a paradigma meghaladásának értelmében is, mivel a normál kutatás kiterjedésével előbb vagy utóbb anomáliákba, a normál kutatás határaiba ütközünk. A történeti tapasztalat szerint minden normál kutatásnál előbb-utóbb fölléptek olyan anomáliák is, amelyek sikertelen megoldási kísérletei válsághoz, majd új paradigma kialakulásához vezettek. Az új paradigma legitimálása adott közösség elköteleződésével jön létre, és konverziót jelent a szemléletmódban, a valóság kognitív vizsgálatában.

A paradigmák egymást váltásával létrejövő dinamika e lényegi jegyeihez Kuhn mindig ragaszkodott. Az analogikus alkalmazásoknál e jegyek egy része hiányzik, megváltozik, és/vagy megváltozik az azokat összekötő struktúra, és/vagy a paradigma-szemléletmódot

3 Vö. Polányi Mihály nyelvhasználatával (Polányi 1958, 1992).

alkalmazni próbálják olyan nem tudás jellegű univerzumokra, mint a történelem vagy a technika. Ez sokszor az analogikus alkalmazás kiüresedéséhez, trivialisások megállapításához vezetett. Gyakori, hogy paradigmán csupán egyfajta „szuperelméletet” értenek, explicit szabályok valamely rendszerét. Többnyire ez történik, amikor „paradigmákat” állapítottak meg a társadalom- és gazdaságtudományokban. Az a probléma az effajta alkalmazással, hogy – amint erre Gutting rámutatott (Gutting 1980: 9–14) – a „szuperelméletként” újrafogalmazott paradigmakoncepció olcsó igazságként mindenről ugyanazt a tartalmatlan általánosságot mondta el: például azt, hogy az elmélet orientál. Eközben pedig a „paradigmák” nem teljesítették azt a feltételt, hogy konszenzusos alapon működtek volna az egész közösség számára.

Más vonatkozásban, referenciacerével beszélni lehet például a történelem paradigmájáról is. Ilyenkor azt emelik ki, részleges vagy teljes strukturális megfelelést keresve, hogy a történelem adott szakaszában mintakövető, hagyományt kialakító gyakorlat jön létre, amely adott „világban” mozog. Ekkor azonban ez a „világ” nem kognitív világ lesz csupán, bár magában foglal kognitív világot is, hanem értékek és más, a társadalmi valóság részét képező elemek, valamint a rájuk vonatkozó tudás univerzuma, amely egy ideig kumulatív módon gyarapodik, majd válságba jut, és újabbnak adja át a helyét.

Ezen a ponton utalnunk kell arra, hogy nagyon termékenynek bizonyulhat, ha különböző dolgokat összevetünk, miközben tudatában vagyunk annak, hogy analógiákról van szó. Analógiák felállításának éppen az a fontos metodikai funkciója, hogy az összehasonlítható objektumok bizonyos sajátosságokban azonos, másokban pedig különböző voltának fölismerése arra a mindig meglévő semleges területre irányítja az érdeklődést, ahol éppen a kutatásnak kell föltárnia, hogy különbözőzésekről vagy azonosságokról van-e szó. A kutatás hozamaként az analogikusan megvilágított így előhívott ismeretlen oldalai adják az analógiaalkotás jelentőségét.

A történelem vagy a politika mozgásának és a tudományos megismerés mechanizmusának összehasonlítása komoly óvatosságra kell hogy intsen. Néhányan észrevették a referenciacerét, amikor a történelem vagy a politika paradigmáiról beszélve egy reduktív lépéssel túltették magukat azon, hogy nem kognitív és kognitív folyamatokat hasonlítanak össze. E szerint az olyan konkrétumok megváltozása, mint a történelemé vagy éppen – mint látni fogjuk – a technikáé, tulajdonképpen a rájuk vonatkozó tudás paradigmatisztikus válságának a következménye lenne. Ez az érvelés azonban sántít, hiszen a történelem során lezajlott forradalmak nyomán általában megváltoznak a társadalmi értékek, és megváltozik a tudás is. A paradigmaváltás viszont, legalábbis Kuhn elméletében, bizonyos ismeretek érvényességére vonatkozó tudásválság, és semmiképpen nem társadalmi értékekkel szembeni orientációs válság. A történelem „univerzumainak” diszkontinuus változása tehát átfogóbb, mint a természettudományos megismerés paradigmatisztikus megváltozásaival létrejövő, egymást követő kognitív univerzumcserék.

A technika paradigmaváltásokon alapuló fejlődésének koncepciója, mint látni fogjuk, fontos felismerésekhez is elvezetett. A kutatók azonban sohasem tisztázták pontosan, hogy analógia alkalmazásáról van szó: hogy meg kell különböztetni a technológiai hagyományok nem folytonos megváltozását a technológiai tudás nem folytonos megváltozásaitól. Ezért a fontos felismerésekhez is vezető kutatások egyszersmind komoly fogalmi konfúziókat is eredményeztek.

A technikai fejlődés paradigmatizált vizsgálatainak kialakítása nem tartozik a hatvanas-hetvenes évek divathullámába, erre – meglepő módon – csak később került sor. Hogy miért, annak megértéséhez utalnunk kell néhány, technikát vizsgáló diszciplína, technikatörténet, illetve gazdaságtan (gazdaságtörténet, illetve -elmélet) fejlődésére. A történet területén, ahol egy erőteljes csoport működött (lényegében a *Technology and Culture* körül, több mint húszéves tevékenységet tudva maga mögött), a hetvenes évek végére túl voltak

az individuális technikai találmányokat részletezően leíró, fősoroló és lineáris haladást sejtető technikatörténeten (az *Oxford History of Technology* történetírásán), és meghaladták azt az elképzelést is, hogy a feltalálás a zseni tevékenysége. Néhány kitűnő történeti munka mutatta be gazdag leírásban, hogy mennyire bonyolult egy-egy találmány konkrét története, s kezdett kidomborodni az a fölfogás, hogy a feltalálás csoportos tevékenység, technológiai hagyományokhoz kötődik, és technológiai hagyományok irányítják.

A hetvenes években a gazdaságtörténettel és gazdaságelmélettel foglalkozó kutatók egy része egyre szűkségesebbnek érezte, hogy kutatásaiba integrálja a technika és a technikai tudás fejlődésének vizsgálatát is. A gazdaságtant korábban vagy csak attól a ponttól kezdve érdekelte a technológia fejlődése, hogy adott, alapvető jelentőségű találmány megszületése után milyen mechanizmus vezet el e találmány gazdaságilag is jelentős innovációvá válásához (Schumpeter), vagy csak az érdekelte, hogyan gyakorol nyomást a gazdaság a technológiai felfedezésre. Azzal azonban már nem törődött, hogy e nyomás eredménye nem mutatkozik meg azonnal. A gazdaságtan tehát nem foglalkozott azzal, hogy milyen mechanizmus révén születik meg az új a technológiában. Ahogy az egyik kritikus találóan megjegyezte a nyolcvanas évek közepén: a technikai változás korábbi modelljeiben mindennek szerepet tulajdonítottak e változásban, csak magának a technika strukturáltságának és dinamizmusának nem.⁴ A megváltozott feladat válaszra váró kérdéseit a tudományfilozófus R. Laudan így fogalmazta meg: mi a technológia belső természete(!), és az hogyan változik? Ezt a kérdést azután azonnal átfogalmazta egy másikká: mi a technológiai tudás(!) természete, és relevánsak-e a tudomány változásának modelljei (Laudan 1984)?

A „technológiai paradigmák” létezésére vonatkozó technikatörténeti kutatás tehát jókor jött a gazdaságkutatók számára is. E kérdésfeltevésnek sikerült egy hiányzó elemet azonosítania a technika vizsgálatában: a technológia „belső” fejlődésének mechanizmusára, magyarázatára vonatkozó kérdésfeltevés hiányát sejtette, és megoldási eszközt kínált. E hiány leküzdéséhez a gazdaságkutatók a koncepció zászlóvivői számára problémátlannak tűnő két feltevést tettek. E szerint a technológia fejlődésének „belső” dinamikája van (ezt nevezhetjük demarkációs feltevésnek), és ez a belső dinamika lényegében mint a „technológiai tudás” fejlődése tárgyalható (ezt nevezhetjük absztrakciós feltevésnek). Elfogadva kiindulásul e két előfeltevést, elhárult az út a tudásváltozási elmélet kidolgozása, a tudományfejlődés paradigmaelméletének analogikus alkalmazása elől. Kimutathatók-e tehát, tovább pontosítandó, legalábbis erős analógiával értelmezhető „technológiai paradigmák”, milyen a szerkezetük, és mi a változásuk dinamikája?

Edward W. Constant II volt az, aki a nyolcvanas évek elején újszerű technikatörténetírással hívta föl magára a figyelmet (Constant 1980). A történet rekonstrukciójához használt és részben annak eredményeként kialakult, ideáltipikusnak szánt modellje elsősorban Kuhnból, másrészt a tudomány-szociológus D. Crane írásaiból merített. Érvelése szerint a technológiai tudás és a tudományos tudás dinamizmusában alapvető szerkezeti hasonlóságok vannak, a tudományos mellett „technológiai paradigmák” létezését is feltételezni kell. Egyrészt ugyanis mindkét esetben közösségekkel és tradíciókkal találkozunk mint a dinamizmus hordozóival. Az e közösségekbe tartozók közös szocializációs háttérrel és közös karriertapasztalatokkal rendelkeznek. Az individuum számára a közösséghez tartozás kognitív univerzumot is képez, amely kötelező sémaként működik.⁵ A „technológiai paradi-

4 A két, egymással polárisan ellentétes klasszikus gazdaságtudományi megközelítés együttes szemügyre vétele mutatja meg a legvilágosabban a technológia változási dinamizmusának „fekete dobozosítását”, azaz az elfelejtett dimenziót. Szükséglet és kínálat között a technológia valahogyan változott, de a változás mechanizmusának vizsgálatát a korábbi gazdaságkutatás (illetve technikatörténet és -elmélet) nem vállalta föl.

5 Constant szerint a műszaki tesztelhetőség és a reprodukálhatóság állnak a hierarchia különösen magas fokán.

ma” a technológiai tevékenységnek egy hagyományban kondenzálódó jelentésvilágát hozza létre. Ez a többé-kevésbé zárt világ lényegében lehetetlenné teszi, hogy a „technológiai közösség” tagjai lényegesen eltérő módon viselkedhessenek. Ez egyrészt biztosítja a technológiai kutatás „normál” szakaszát, a „haladást”, ahogy a tudományos kutatás normál szakasza is teszi. Meggátolja ugyanakkor, hogy a hagyományos gyakorlathoz képest radikális alternatívákat ismerjenek föl. „A régi közösségek és hagyományok gyakorlatilag soha nem lesznek új technológiák forrásai” (Laudan 1984: 37). Laudan szerint a tapasztalat azt mutatja, hogy a radikális megújulás a műszaki gyakorlatban majdnem mindig olyanok műve, akik kívülről jöttek, vagy legalábbis a hagyományos közösség peremén vannak.

Mi vezet ilyen radikális változáshoz? Constant két esetet különböztet meg. Az egyik eléggé kézenfekvő, ez a „funkcionális kudarc”. A soha nem tökéletes technológia inkrementális javítása során ugyanis kiderülhet, hogy a rendszer teljesítménye nem megfelelő, vagy a rendszer működésképtelenné válik az új, megváltozott, például szigorúbb feltételek között. A funkcionális kudarc bekövetkezhet a műszaki objektum rendszerjellegéből adódó követelmények nem érvényesüléséből – például „technológiai egyensúlyvesztés” vagy a technológiai fronton keletkező „fordított kiszögellés” következtében –, de felléphet a „technológiai koevolúció”, az egymás számára kölcsönösen szükséges környezetként szolgáló technikák egyidejű fejlesztésének hiányaként is.⁶ Néhány esetben azonban, mondja Constant, nem tényleges működési zavar lép fel, hanem „vélelmezhető anomália” keletkezik. „Ilyenek akkor fordulnak elő, amikor a tudományos elmélet azt jósolja, hogy a hagyományos technológia bizonyos projektált feltételek között kudarcot fog vallani, vagy hogy egy alternatív technológia jobban működne.”⁷

Constant szerint az alapvető hasonlóságok mellett alapvető eltérések is vannak. Ilyen például az, hogy a technológiai gyakorlat szigorúbban hierarchikus jellegű, mint a tudományos gyakorlat. Ez azt jelenti, hogy a technológiai rendszerekben az úgynevezett interfész kényszerek különösen szigorúak, sokkal szigorúbbak, mint a tudományban. Ugyanakkor a technológiai tervezési problémák „hierarchikusan szétbonthatók”. Ez a munka a szakértők intenzív és tartós együttműködését, interfész kényszerek betartását követeli meg a tervezési folyamat során. Az interfész kényszerek kifejezik, hogy a technológiai rendszerek holisztikusak, a részeknek össze kell illeszkedniük, vagyis a tervezés kompromisszumokat követelő szintézis.

Constant rámutat, hogy más és más a tudományban és a technológiában (H. Simon ismert kifejezésével élve) az „áldozathozatal”, a problémák redukciójának, azaz az „eléggé jónak” minősülő megoldás keresésének a módja is. Ez idézi elő azt, hogy a mérnökök sokszor „túlterveznek”. A technológiai elmélet és a tudomány különbözik abban is, hogy mit fogad el legitim leegyszerűsítésnek; más a megengedett önkényesség helye, az az evidencia, melyet elfogad relevánssnak a problémája szempontjából.

Constant teljesítményét elemezve G. Gutting úgy látja, hogy Constant nyomán megállapítható „technológiai forradalmak” létezése, de ezek eltérnek Thomas Kuhnétól: amíg például a kuhni forradalmak, a tudomány paradigmaváltásai egyszerre innovatívak és elimina-

6 „Műszaki egyensúlyvesztés” léphet föl, ha az adott rendszer, például egy hajó szerkezetében a fát vasra cserélik, de maradnak olyan fontos szerkezeti elemek, amelyeket nem cserélnék ki. „Fordított kiszögellés” Th. P. Hughes rendszerdinamikai szemléletű technikatörténet-írása szerint akkor jön létre, ha egy új rendszer bizonyos további elemek hiánya miatt képtelen a megfelelő működésre. Hughes így magyarázza a gíroszkóp fölfedezéséhez vezető utat. A „koevolúciót” illetően: például gőzturbinák és nagy elektromos generátorok képezhetik kölcsönösen egymás környezetét valamely technikai rendszerben.

7 Constant példája szerint a gázturbinás motorokat nem azért találták fel, mert a dugattyúsok már kudarcot valottak, hanem azért, mert az aerodinamika tudománya azt sugallta, hogy nagy magasságban a hangsebességet megközelítő repülés a dugattyús motorral és a propellerrel szemben alternatívát kíván.

tívak (vagy a klasszikus elektrodinamikát, vagy a kvantummechanikát fogadhatjuk el érvényesnek), addig a „technológiai forradalmak” megőrzők, a mechanika mint eszköz érvényes marad a kvantummechanika korában is, hiszen a létrehozásához vezető célkitűzés – egy régi szóhasználatnál élve – megszüntetve-megőrződik (Laudan 1984: 53). Constant és az őt elemző Gutting tehát egy sor eltérést talált. R. Laudan már arra is rámutat, hogy más típusú „paradigmaváltás” is lehetséges a technológiában, nemcsak a „funkcionális hiba” létrejöttéből, illetve a „vélelmezett anomáliából” eredő. Amire ő mutat rá, azok társadalmi értékértékváltásokat tartalmazó diszkontinuus változások a technika fejlődésében, új társadalmi értékeknek megfelelő és ezért általában új műszaki konstrukcióval rendelkező műszaki objektum generációk létrejötte. Ezeket a változásokat Laudan besorolja a „paradigmaváltások” közé (Laudan 1984: 101).⁸

Nézzük meg részletesebben, mi történik kognitív szempontból a „funkcionális hiba” fellépésekor. Tételezzük föl, hogy adott technológiai hagyományban, a szokásos feltételek között jól működik egy adott technológia. A paraméterek óvatos változtatásával egy idő után olyan pontokhoz lehet jutni, ahol az adott technológia és az annak megfelelő objektum már működésképtelenné válik. Kétségtelen, hogy ez válság a technikai tudásban. Ha van elmélet az adott területen, ez kimutathatja, hogy a működésképtelenné válás nem meglepő: ekkor adott „normál tudományos” vizsgálatról van szó, amely emberi tervezési hibát azonosít. Előfordulhat persze, hogy a helyzet súlyosabb kognitív szempontból: azaz kiszámítják, hogy az adott paraméterek mellett a technikai objektumnak működnie kellene, és az mégsem működik. Ebben az esetben további alternatívák állhatnak fenn. Lehet, hogy csak arról van szó, hogy további, ismert effektusokat kell figyelembe venni, tehát, hogy a „normáltudományos”-„normáltechnológiai” tevékenységet ki kell terjeszteni. Végül lehet arról szó, hogy a műszaki berendezés tartós működési kudarca arra kényszerít bennünket, hogy gyökeresen új elmélet után nézzünk. A Constant-féle séma tehát finomítandó: „működési hiba” sokféleképpen vezethet a technológiai gondolkodás megváltozásához, de ezek a változások csak ritkán jelentenek egyszersmind paradigmaváltást is. Ez utóbbi esetben viszont a „technológiai tudás” új rendszerére van szükség a felmerült probléma (rendszerint problémarendszer) megoldásához.

A „vélelmezett anomália” fölismerése és azonosítása valóban nagyon fontos az értelmező technikatörténet-írás és a technikaelmélet számára, de megállapítása éppen azt feltételezi, hogy van vagy éppen létrejött olyan érvényesnek elfogadott elmélet, tudományos ismeret, amelynek alapján megállapítható, hogy a technológia kialakításának korábbi hagyománya a projektált új feltételek mellett csődöt mondana. Itt tehát adott technikai hagyomány határának teoretikusan elvégezhető megállapításáról van szó, de az új technológiafejlesztési hagyomány nem paradigmaváltási mechanizmussal jön létre, noha eltérő gyakorlatként, eltérő új hagyományként fog funkcionálni. A „vélelmezett anomália” megállapítása következtében létrejövő technológiai hagyományváltást eléggé félrevezető tehát „technológiai paradigmaváltásnak” nevezni.

Egy adott új technológia általában egy egész új – heterogén tárgyi és tudásterületekből integrált – rendszert jelent, s általában nemcsak annak megváltozása kényszerül ki, amit az

8 Elég a kerékpár történetére utalnunk ahhoz, hogy lássuk, mit jelent a technikai objektumok fejlesztési irányának megváltozása társadalmi értékértékváltások, új elvárások megjelenése következtében.

A ma szokásosnak tekintett kerékpár „releváns társadalmi csoportjának” más elvárásai vannak a kerékpárral kapcsolatban, mint a korábbi úri kerékpárosoknak, mondjuk, a 19. század hetvenes éveiben. Az előbbieknél például a megbízhatóság mint műszaki funkció lett döntő jelentőségű, az „akrobatikus” potenciál egyáltalán nem. A versenykerékpár vagy a szabadidő-kerékpár elvileg fölfoghatók bizonyos műszaki követelményeket már ki nem elégítő korábbi konstrukciótípusok „válságának” eredményeként, de a megváltozott technológiai tudás iránti igény mégsem kuhni analógiával, a korábbi konstrukciós tevékenység belső válságaként jött létre, hanem külső társadalmi értékértékváltásból következő igény jelent meg új műszaki feltételként.

elmélet a „vélelmezett hiba” kimutatásával szükségszerűnek állapít meg. Constant példájával élve: a gázturbinás repülőgépek létrehozásának megállapított, elvont aerodinamikai és termodinamikai lehetősége további kényszerként maga után vont a magas hőmérsékleten is használható kerámiák és ötvözetek megtalálásának megoldását is. Itt tehát válságról van szó, Hughes rendszerdinamikai szemléletével élve „fordított kiszögellés” létrejöttéről, de nem a kuhni értelemben vett válságról.

Constant is, majd Gutting is joggal állapítja meg, hogy alapvetően más és más közösségek állnak a tudomány és a technológia fejlődése mögött. Amíg a tudományos közösségek, legalábbis Kuhn modelljében, homogének, tudósokból állnak – s ez az ideáltipikus eset, addig a „technológiai döntéseket hozó közösségek” „hierarchikus társadalmi-gazdasági rendszerek”, azaz nem csupán a technológiai tudományok képviselőit foglalják magukban. Constant például az „aeronautikai közösség” esetében gyártókat, polgári és katonai fõlhasználókat, kormány- és önkormányzati ügynökségeket, ipari, kormány-, magán-, közcélú és egyetemi aeronautikai szervezeteket különböztet meg. Maguk a gyártók is egy hierarchikus közösséget képeznek, a praxis különféle közösségeit foglalják magukban. Így például az aeronautikai közösség alközösségek többszintű hierarchiájából áll. Ez az eltérés döntõ fontosságú, ha (1) elfogadjuk, hogy ez a hierarchikus közösség mint egész dönt végül is a technológiafejlesztési kognitív kérdésekben (juszifikációt erre az ad, hogy õk próbálják ki és használják a mûszaki objektumokat valós feltételek között), és (2) figyelembe vesszük, hogy a kuhni paradigmák érvényességét a mintának elfogadott tudás feletti közösségi konszenzus mint autonóm döntés ismeri el, továbbá (3) azt sem téveszthetjük szem elõl, hogy Kuhnnál a közösség egyértelmûen tudósok konszenzusa.⁹ Legalábbis Kuhn szerint a tudománynak önfejlõdési mechanizmusa van, a tudományos közösség a végsõ instancia. A technológia fejlesztésénél a „hierarchikus közösség” nemcsak társadalmi értékközvetítõként s ezzel összefüggésben sokszor kognitív értékorientáció-váltást kikényszerítõen van jelen, hanem sokszor részt vesz a konkrét kognitív folyamatban is.¹⁰

A „léteznek-e »technológiai paradigmák«”? kérdést nemcsak a technológiák fejlõdési folyamatával kapcsolatban vetették fõl. D. Wojick a paradigmaszerkezet létezésének kérdését a metasíkra, a technológiaiapolitikákra tette fel. Wojick jogosan mutatott rá arra, hogy amíg Constant „technológiai paradigmái” a technológia mûködésérõl szólnak rögzített szabványok mellett, addig „a technológiaiapolitika paradigmaváltásai” arról szólnak, hogyan változnak meg ezek a paradigmák maguk olyan új értékelõ kritériumok megjelenésével, mint amilyen például az ökológia szempontja. Ezeknek az új kritériumoknak a forrása többféle lehet. Kialakíthatja õket a régi technológiákkal szemben megnyilvánuló nõvekvõ társadalmi érzékenység (amint Wojick is említi), és kialakíthatják õket új technológiák kifejlesztése következtében kialakuló értékelési válságok is, beindítva például új kutatási irányokat. Wojick,

9 Sem Constant, sem Laudan, sem Gutting nem fejt ki világosan sehol, hogy a mûszaki objektumok mûködésére, illetve a tudományos tudás érvényes jellegére vonatkozó tudás ellenõrzése között döntõ különbség van. Ezt abban lehet összefoglalni, hogy a mûszaki objektumnak végül is valós körülmények között „ténylegesen” mûködnie kell, amely követelmény sokszor meghaladja a saját tudományos absztrakciójával szemben támasztható követelményeket. Csak megállapítják a „heterogén közösségek” meglétét, de nem érvelnek azok kognitív relevanciája mellett, azaz amellett, hogy a heterogén közösségek nemcsak szervezetszociológiai szempontból relevánsak. (A fenti szembeállítást pontosítanunk kellene azzal, hogy figyelembe vesszük a „ténylegesen” mûködésben benne foglalt mindenkori absztrakciót is. Ennek az oldalnak az egyoldalú figyelembevételé idõzte elõ viszont a korábbi tudományelméletben azt, hogy a technológiai tudást a tudományos tudáshoz képest kevésbé egzaktnak tekintse – hiszen például az optikai eszközök nagy része kiválóan mûködik „ténylegesen”, anélkül, hogy a legcsekélyebb mértékben is támaszkodna a kvantumoptika tételeire.)

10 Például környezettudományi szempont mint új társadalmi érték érvényesítése kognitív metodikai következményekkel járt a vizsgálat tárgyának, a rá vonatkozó ismeret megszerzésének és az ismeretek érvényességi kánonjainak a megállapításában is.

nézetem szerint, ígéretesen vetette fel a társadalmi értékelés változásának diszkontinuus, hagyományok kialakulásában, fenntartásában és megszűnésében megvalósuló természetét, noha természetesen itt is társadalmi érték- és kognitív orientációk komplexumáról van szó, tehát problematikus a „paradigma” terminus használata.¹¹

A technológia és a technológiapolitika szembeállítását jól példázza, hogy minden osztályozás szemléletmód érvényesítése. Bizonyos szempontokból értelmes feladat ez a szembeállítás, más esetben azonban fontos lehet, hogy a technológiai változást mint változatlan, illetve változó értékelési kritériumok mellett végbemenő folyamatot tesszük vizsgálat tárgyává: azaz a technológiapolitikát és a menedzsmentet a technológiai fejlődés szerves részének és nem vele szemben állónak tekintjük. Amíg az első, a változatlan kritériumok esetében a „technológiai közösség” viselkedése többé-kevésbé még hasonlít a „tudományos közösségére”, addig az általánosabb esetben még nyilvánvalóbbá válik a technológiafejlesztés közvetlenebbül társadalmi jellege, az, hogy változó társadalmi nyomások (társadalmi értékváltások) közepette működő technológiafejlesztésről van szó. Már a „vélelmezett anomália” létezése is éppen azt mutatja, hogy a „technológiai közösségen” kívüli tudományos közösség alapvető szerepet kaphat a technológiai tudás fejlődési mechanizmusában, és újabb technológiai fejlesztési korszakban, tanulva a történetből, e közösség újradefiniálódik, s a „technológiai közösségnek” (is) integráns része lesz. Ha pedig a technikapolitika történetét is bevonjuk az elemzésbe, akkor megmutatkozik, hogy a technika fejlődése esetén komplex, társadalmi értékelkötelezettségeket és kognitív orientációkat egyaránt tartalmazó hagyományok megváltozásának diszkontinuus folyamatáról van szó.

Constant – hangsúlyozva, hogy a DC-3 repülőgép egy egész technológiai korszak fejlesztési mintapéldája volt – ráérez a konkrét paradigmátikus modell mintajellegének fontosságára. Gutting továbbfejleszti ezt a gondolatot. Rámutat, hogy a paradigma „konkrét minta” jellegére koncentrálni utat nyithat az elméleti tudománytól függetlenül létező technológiai gyakorlatok, a mesterségek elemzése előtt is. „Hiszen lényegében az ügyes mesterember is és a tiszta tudós is olyan emberek, akik tudják, hogyan adaptálják és terjesszék ki a korábbi, példaként szolgáló vívmányokat új esetekre” (Laudan 1984: 56).¹² Azt hiszem, Gutting ezzel a gondolatával egy termékenynek tűnő kutatás elindítását javasolta, amely segíthet a technológiai tevékenység során végzett kognitív erőfeszítések évezredes lebecsülésének ideológiai páncélját feltörni, s amelynek komoly ismeretelméleti vonzata lehet a teória nélküli kognitív praxisban létrejövő válságok és az új kognitív hagyományok kialakulásának tisztázásában.

Hogyan alakította tovább az analógiát az evolucionista közgazdaságtan és a vele kölcsönhatásban lévő technikasociológia? A „technológiai paradigmákra” való hivatkozás beépült egy evolucionista közgazdasági modellbe, amely „technológiai paradigmák” versengését feltételezi, alkalmazkodási törekvésüket egy szelekciós, gazdasági, illetve szélesebben egy olyan társadalmi közegehez, amelyben társadalmi szabályozórendszerek, gazdasági és például politikai kényszerek hatnak. A „technológiai paradigmákban” való gondolkodás heurisztikus a technikai fejlődés ütemének és irányának, a gazdasági folyamatokkal szemben önállóként fölfogott technikai fejlődés belső mechanizmusában rejlő innovációs lehe-

11 Ezzel összefüggésben valószínűtlen, hogy a „technológiapolitikai paradigmáknál” azt várnánk el, hogy éppen egy „normáltudomány” jellegű értékelést biztosító paradigma jöjjön létre kognitív indokok alapján. Az eltérő „paradigmákhoz” való ragaszkodás ugyanis éppen az eltérő érdekekhez és/vagy eltérő kulturális elkötelezettségekhez ragaszkodás kifejezője lehet. Gutting azonban, meglepő módon, kiterjeszhetőnek – és nem csak hasznos analógiának – tartja Kuhnt a technikapolitikára is (vö. Laudan 1984: 55).

12 Ezzel persze, kérdésessé válik, hogy itt mennyiben van még szó a kuhni modell alkalmazásáról, ha e modell elengedhetlen részének tekintjük azt, amit Kuhn „diszciplináris mátrixnak” nevezett.

tőségeknek és gátaknak a feltérképezésében. Ez nagyon fontos, de szemben áll Kuhn-nak azzal a nézetével, hogy a fejlett tudományokban mindig egy-egy olyan paradigma van, amelyet elfogadnak, s ezek normáltudomány → válság → új paradigma mechanizmussal változnak. Mi több, a „technológiai paradigmák” esetében sokszor nem a ténylegesen realizált műszaki objektumok piaci, illetve általánosabban: társadalmi szabályozók komplex rendszere által történő kiválasztódásáról van szó, hanem a technológiai igérvények spekulatív piacon való értékeléséről is, ahogy erre A. Rip és H. van den Belt figyelmeztetett. A modern kor ezen igérvények támogatására, „társadalmi *niche*” biztosítására olyan társadalmi intézményeket talált ki, mint a találmányi védelem, a tesztlaboratóriumok vagy a technológiai park (van den Belt és Rip 1987: 140). Végül pedig a legújabb evolucionista gazdaságtan feltételezi a szelekciós mechanizmus és a versengők közötti interaktív viszonyt.

Analitikus eszközök szűkében a gazdaságtan – evolucionista gazdaságelméletként és -történetként – örömmel fordult a tudományfejlődés paradigmakonceptiójában rejlő analógiák kiaknázása felé, ugyanúgy, ahogy a technikatörténészek. Az első, termékeny szakasz után most mindenképpen a módszeres kritikára lenne szükség. Kuhn eredménye a hagyományokra és közösségekre terelte a figyelmet a technikatörténet területén. Mára ezek „saját jogú” vizsgálatára van szükség. Ebben már akadályt jelent a paradigmakonceptióban rejlő autonómiagondolat, hiszen a szociálkonstruktivista technikaelemzés már széles körűen demonstrálja a technológiai tudás mikroszociológiai konstrukciós mechanizmusait is, a „belső” autonómiájára vonatkozó demarkációs feltevés empirikus tarthatatlanságát.

Végül néhány szót a „technológiai paradigmák” terminus idézőjelbe tételéhez. Ezzel ki szeretném emelni azt, hogy a technológiai tudás diszkontinuus változásánál valóban csak analógiáról van szó. Ugyanis – mint láttuk – a technológiai tudásnak kialakulnak egymást váltó hagyományai a történelemben, és ezek a hagyományok valóban válságba kerülnek előbb vagy utóbb. Az érdeklődés irányváltása azonban sokszor nem a Kuhn-féle, mert külső, nem kognitív orientációváltás által indukálódik. S ami legalább ilyen fontos, legtöbbször nem „belülről” oldódik meg, egyfajta „technológiai empirizmus” – a mérnökök tudományosan reflektálatlan ötletkereső munkája – során, hanem azzal, hogy a tudomány új kiindulópontokat nyújt új technológiai szemléletmód, „paradigma” kifejlesztésére.

HIVATKOZOTT IRODALOM

- Constant II, E. W. (1980): *The Origins of the Turbojet Revolution*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Gutting, G. (szerk.) (1980): *Paradigms and Revolutions. Appraisals and Applications of Thomas Kuhn's Philosophy of Science*. Notre Dame: University of Notre Dame Press.
- Kuhn, Th. S. (1984): *A tudományos forradalmak szerkezete*. Bíró Dániel ford. Budapest: Gondolat.
- Laudan, R. (szerk.) (1984): *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* Dordrecht: D. Reidel.
- Polányi, M. (1958): *Personal Knowledge*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Polányi Mihály (1992): *Filozófiai írásai. I-II*. Budapest: Atlantisz.
- van den Belt, H. és A. Rip (1987): The Nelson–Winter–Dosi Modell and Synthetic Dye Chemistry. In *The Social Construction of Technological Systems*. W. E. Bijker, T. H. Hughes és Tr. J. Pinch szerk., 135–145. Cambridge, Mass.: The MIT Press.