

Valaha elsők voltunk I.

Gondolatok az amerikai tudományról

„Valljuk be, hogy elaludtunk, húzzuk fel a cipónket, és menjünk dolgozni.“ „Mindenképpen szomorú fejezete lenne az amerikai ipar történetének, ha rájövénénk, hogy kimaradtunk az elkövetkezendő ipari forradalomból, amely az űrben játszódik le, és arra kényszerülnénk, hogy egy OPEC típusú társaság ajtaján kopogtassunk azokért a kozmoszban előállított anyagokért, energiáért vagy éppen gyógyszerekért, amelyekre majd szükségünk lesz.“ „Úgy tűnik, mi itt az USA-ban egyre inkább vásárlói lettünk az újításoknak, ahelyett, hogy kigondolnánk őket.“

A kiábrándult kezdőmondat A Tudomány Haladásának Amerikai Társasága (AAAS) által az elmúlt év nyarán szervezett konferencián hangzott el. Az űripar lemaradása miatt aggódó szerző Harry Stine, a Phönix repülőgépgyár technikai tanácsadója. A vegyipari újítókedy elapadásáról Robert C. Brasted, a Minnesota Egyetem professzora ír a *Chemical & Engineering News*-ban. Különböző szakterületek vezetőinek más-más alkalommal elhangzott véleményét summázzák a fenti sorok, csupán a téma közös: az USA tudományának válsága.

Különbben a *Chemical & Engineering News* böngészése közben bukkantam az alábbi megjegyzésre: „Régen, ki tudja miért, szokás volt nálunk az USA-ban, hogy frissen végzett mérnökeink Európába menjenek néhány évre dolgozni.“ Emlékezetemben ez a „ki tudja miért“ találkozott egy nemrég olvasott újsághírrrel. A tudósítás szerint 2,4 millió dollárt hagytak jóvá az Európába s a nagyvilágba küldendő amerikai szakemberek tanulmányútjainak költségeire. E tanulmányutaknak pedig nem kisebb a feladatuk, mint újra beindítani az amerikai kutatás akadozó gépezetét.

Talán a legkomolyabb probléma, amellyel az USA iparának szembe kell néznie a nyolcvanas években, az, hogy elveszti technológiai vezető szerepét (Carl A. Gerstacker, Dow Chemical).

Tévedés ne essék, az USA ipara messze a legerősebb a fejlett tőkés országoké között, s a műszaki fejlesztésben, kutatásban szintén előkelő helyet foglal el. Bizonyos területeken azonban ma már háttérbe szorul. Elég, ha szemügyre vesszük az ipar termelékenységét, kiderül, hogy az Egyesült Államok ezen a téren egy helyben topog. Hiszen amíg 1967–1978 között Japán 2,8-szeresére, az NSZK pedig 79 %-kal növelte iparának termelékenységét, az amerikai iparban ez a mutató nem változott az utóbbi években. Igaz ugyan, hogy az USA számos területen továbbra is megtartotta fölényét, jó néhány alapiparágban azonban a termelés és termelékenység erősen visszaesett (lásd az acélipar, gépkocsigyártás stb. helyzetét).

Egy ország gazdasági erejének tükrre az egy főre jutó bruttó társadalmi termék. Mélyen visszaézve az időben, szembetűnik az USA hihetetlen fölénye e téren is. Az egy főre eső társadalmi termék 1960-ban az USA-ban több mint hatszorosa volt a japánokénak, s kilenceszerese az NSZK hasonló mutatójának. Ekkor még mint győztes és legyőzöttek álltak szemben egymással. Tíz év múlva az USA egy főre jutó bruttó társadalmi terméke 4796 dollárra nőtt, Japán elérte ennek majdnem a felét, az NSZK pedig mintegy 70%-át. Még öt év, és a 7000 dollár körüli amerikai értékkel már szoros versenyben áll az NSZK 6800 dolláros bruttó nemzeti terméke, s több mint felét teszi ki a japánoké. Aztán 1979-ben bekövetkezett egy sokáig hihetetlen esemény: az NSZK egy főre eső bruttó társadalmi terméke meghaladta (több mint 1000 dollárral!) az USA-ét, s a japán mutató is több mint 80 százaléka az amerikaiainak.

Ha mindehhez hozzávesszük az infláció fokozottabb emelkedését az USA-ban (1980-ra 14,3 %-ot jósoltak, szemben a japán 7,7 és a nyugatnémet 5,4 %-kal) s a

munkanélküliség mintegy kétszer nagyobb arányát, érthető, hogy az említett AAAS-konferencia fő napirendi pontja épp az amerikai ipar és kutatás „betegsége” volt.

„Most, amikor az NSZK és Japán elénk került, mennyi információt és tudományos vívmányt kell még megosztanunk más nemzetekkel? Mennyit kell tapasztalatainkból közkinccsé tenni?” — hangzik fel a gyanakvó kérdés (*Chemical & Engineering News*). Egyáltalán, mit tehet az USA a tudományos információk áramlása (kiszivárgása) ellen? „Megtartani az Egyesült Államok vezető szerepét a technológiában annyit, mintha azzal próbálkoznánk, hogy teletöltsünk egy olyan hordót, amelynek nyitott csapjából más nemzetek szájába folyik a tartalom.” Ez utóbbi, többé-kevésbé igaz kesergés Jordan Baruchnak, a Kereskedelmi Minisztérium vezető szakemberének tollából származik: „Többségünk, a kutatók és fejlesztők része, most azt szeretnénk, ha mégiscsak sikerülne megtölteni ezt a lyukas hordót. Reményeink csupán akkor lehetnek, ha még többet öntünk bele, vagy pedig mi magunk fekszünk a mások hordója alá.” Azaz e plasztikus hasonlatot a MIT szakértőinek nyelvére fordítva: „Készen kell állnunk arra, hogy az USA-ba hirtelen beáramló fejlesztési és kutatási eredményeket megfelelően fogadjuk és használjuk fel. Ez a helyzet bizony teljesen különbözik a hatvanas éveketől!” Valóban, teljesen új jelenség lenne a technikai szellem áramlása az USA-ba?

A mások hordója

Gondoljunk talán az agyimportra, közelebbi példaként arra, hogy Közép-Európa jó néhány Nobel-díjas tudósa (Pallade, Szent-Györgyi, Békésy és még sokan mások) elsősorban az USA tudományát gazdagította kiemelkedő eredményeivel. Ha pedig mélyebbre merülünk az időben, az európai tudomány Amerikát éltető áramlata még inkább szembetűnik. Az Amerikai Kémiai Társaság ünnepi kiadványában (*Egy évszázad kémia*) olvashatók a következő sorok: „Az USA Bányászati Hivatala felépített egy bemutató jellegű szénhidrogénező üzemet, amely a háború végén a németektől megszerzett know-how-n alapul.” Ez képezte az amerikai szintetikus üzemanyag gyártásának alapját.

„A nagy űrkorszak Németországban kezdődött, amikor a néhai von Braun és kollégái meggyőzték a hadsereget, hogy támogassa kutatásaikat. Von Braun és »Papírcsomag« nevű kutatócsoportja később az USA-ba jött, és megtanította a repülőgépiparral arra, hogyan érjen el hasonló eredményeket. Ők voltak azok, akik kitartásukkal sikerre vitték az Apollo-programot, s bennünket a Holdra juttattak” — írja Harry G. Stine a *Chemical & Engineering News*-ban. S az űrkorszak alakítói közé, Braunékkal egy sorba illene sorolnunk a többi nagy hazait, európaiakat: Coandát, Kármán Tódort, „a szuperszonikus repülés atyját” s Oberth professzort. Sőt, ha már a rakétáknál tartunk, az interkontinentális ballisztikus rakéták tervezőjét, Sangert is, akinek repülő szerkezetével éppen az USA-t remélték elérni. Az A-90-ből húsz évvel később Amerikában született meg a kontinenseket fenyegető, atomhordozó csodafegyver. Ha pedig napjaink szárnyas, cirkáló rakétájára gondolunk, akarva-akaratlanul is eszünkbe jut az *Engineering* cikksorozata a hatvanas évekből, amikor csupán a brit birodalom végleges széthullása akadályozta meg az angol, földközélpén repülő, radarérzéketlen „cruise missile” legyártását. Ez az amerikai elsőség is megkérdőjelezhető tehát.

„Megkérdeztem az amerikai fizikust, akit kifaggatásomra küldtek: tanulmányozták-e az amerikaiak és az angolok az urániumkérdést? Azt válaszolta, hogy a szövetséges hatalmak tudósai, ellentétben velünk, németekkel, minden energiájukat a közvetlen háborús feladatok megoldására fordították” — írja Werner Heisenberg emlékezéseiben. Az általa említett „szövetséges hatalmak tudósai” bizony maguk is jórészt Európából, e tájakról kerültek az USA-ba. Gondoljunk a „be-tegszoba” szereplőire! Ezek után jó néhány szakterületen igencsak kérdéses az amerikai kutatás elsőbbsége, annál is inkább, mivel a fenti példák csupán töredékét nyújthatták a tudomány és technika vívmányainak, anélkül hogy a Szovjetunió és a szocialista országok megvalósításait említettük volna.

Ki, mikor és hol volt első, ezt eldönteni a technikatörténészek dolga. Tény viszont, hogy a tudományos információk „fordított”, azaz a világból Amerikába való áramlása sohasem volt ennyire időszerű, mint ma, s ez éppen az amerikai tudomány és technika válságának eredménye. E válság létezését ma már senki sem tagadja. Okairól azonban megoszlanak a vélemények.

Sokan azt hiszik, hogy a tudomány és a technológia elválaszthatatlanok Amerika társadalmi rendszerétől. Ez tévedés (Will Lepkowski, *Chemical & Engineering News*).

Tény, hogy a hatvanas évek végén (a háború után először) befagyasztották a tudományos célokra fordított állami kiadásokat. 1968—1969-ben 14,9 milliárdot költöttek kutatásra, 1970-ben 100 millióval kevesebbet. Jóllehet 1972-től kezdve az állami és az összes ráfordítások növekedésének üteme felgyorsult, a kutatási és fejlesztési erőforrások az 1967-es színvonalat (folyó árakon számítva) csupán 1974-ben érték el. Ha a tudományos területen dolgozó kutatók és mérnökök számának alakulását nézzük, kiderül: a csúcstól 1969-ben érték el 559 300 fővel, ez 1972-ig 525 800-ra csökkent.

Hogy a hetvenes évek vége felé sem javult a helyzet, kitűnik a kutatási költségek és a bruttó társadalmi jövedelem arányából. Ez a mutató 1961-ben 1,15 az USA és 1,00 az NSZK számára. Tizenöt év múlva az USA még csak 1,40-nál tart, az NSZK viszont már meghaladta a 2,10-ot. Ha a 10 000 lakosra jutó tudósszámot nézzük, az amerikai lemaradás különösen a Szovjetunióval szemben óriási. Míg 1965-ben az USA-ban ez a mutató 65 volt, szemben az NSZK-beli 23-as és a szovjetunióbeli 46-os értékkel, 1977-ben Amerikában csupán 58 tudós jutott 10 000 lakosra, miközben az NSZK 41-re, a Szovjetunió 87-re emelte mutatószámát.

Nicholas Valéry már 1976-ban arról ír a *New Scientist*-ben, hogy csökken az amerikai technológia „hatalma”. Kisebb az újítási kedv, a technika szerepe a kutatásban. A még folyó kutatás inkább csak piacutató. Míg az ötvenes években a szövetségi kormány évi átlagban 13,8 százalékkal növelte a kutatási összegeket, 1967—1975 között ez a növekedés már mindössze 3 százaléknyi. Miért? Mi okból szűnt meg hirtelen a kutatás és a fejlesztés eddigi bőkezű támogatása? Vajon csupán azért, mert — miként a *Research Management*-ből is kitűnik — „nem sikerül összefüggést találni a kutatási és a fejlesztési költségek meg a várható nyereség között”?

Legalább a kutatásban le kellene szoknunk arról a visszásságról, hogy eredményeket holnap, de profitot ma! (R. C. Brasted)

„A pénz rossz helyre folyt el” — állapítja meg nyersen a *New Scientist*. A kutatási költségeknek több mint háromötöde jutott a hadseregnek s az űrkutatásnak. Így aztán a hetvenes évek elején a hadsereg mérnökállománya gyorsabban (évi 31 százalékkal) nőtt, mint a polgári iparé.

Aztán jött a háborús csőd, a vietnami kaland vége. A fegyverkezésben élen járó iparágak (elektronika, repülőgépgyártás stb.) termelését, fejlesztési eredményeit békésebb területeken kellett kamatoztatni. Közben azonban éppen itt (a közhasználatú elektronikai cikkek, polgári repülőgépgyártás, hajóépítés, gépkocsigyártás terén) törtek fel a versenytársak is. Elsősorban a volt legyőzöttek, akik — háborús kiadások nem lévén — az említett iparágakban hasznosították kutatási, fejlesztési eredményeiket. Ráadásul mindez egy olyan időszakban következett be, amikor a világszerte amúgy is jelentkező nyersanyagínség közepette ugrásszerűen nőtt a szénhidrogén alapú energiahordozók ára. Ez annál könnyebben megtörténhetett, mivel éppen az amerikai energiabőség jóvoltából az ún. pótenergiaforrások (alternative sources) kifejlesztése évtizedekkel elmaradt a követelményektől.

A legnagyobb kihívás

„Amikor a második világháború befejeződött, az ország kőolajfogyasztása rakétaszzerűen emelkedett, az új lelőhelyek felfedezésének sebessége pedig egyre csökkent. Ezért 1944-ben elfogadták a *Synthetic Liquid Fuel Act*-et [a szintetikus üzemanyagok kutatására és fejlesztésére vonatkozó törvényt]. [...] A felfokozott kutatási tevékenység azonban csupán 1953-ig tartott, azután [...] amilyen gyorsan megindult, éppoly hirtelen el is tűnt az olcsó és bőséges közel-keleti kőolajban” — írja a *Chemical & Engineering News*.

A kőolajkrízis váratlanul érte az amerikaiak jó részét. Bár az USA végzettség esetén önálló lehet a szénhidrogének terén, az amerikai életmód és ipar túlzott energiaigénye problémákat jelenthet a gazdasági élet, a termékek versenyképessége terén. Érthető tehát a hisztérikus reagálás néha még szakemberek részéről is. „A nemzet létezése óta a legnagyobb válság előtt áll” — jelenti ki Armand Hammer az Occidental Petroleumtól. „A nemzet halálos veszélyben van” (McCormack kongresszusi beszédéből). Ezt a „halálos veszélyt” elsősorban az üzemanyagból országúti cirkálóik ipara, az autógyártás érzi meg. A Chrysler termelése egyetlen év alatt 40 százalékkal esik, s az amerikai gépkocsipiacnak már több mint 30 százalékat uralják a japán és a német autók. A felkelő nap országában gyártott közhasználatú elektronikai cikkek elárasztják a világot, a német ipar lépéselőnyhöz jut a szintetikus üzemanyag, a növényvédőszer és gyógyszerek gyár-

tása s a műanyagfeldolgozás terén. Mindez részben annak köszönhető, hogy ügyesen kamatoztatják a hatvanas évek amerikai alap kutatásainak eredményeit.

Sajnos, a legtöbb országban mindjobban lábra kap az a felfogás, hogy szűkösebb anyagi viszonyok mellett csak az alkalmazott kutatás „kell”, mert különben eleget tudunk (Szent-Györgyi Albert: Az élet jellege).

Az alap kutatás az amerikai (és az egész világon folyó) kutatómunka egyik legfontosabb kérdése. Vagy ahogy ennek rövidlátó megfogalmazásával találkozunk: megengedheti-e a tudomány magának azt a luxust, hogy alap kutatással foglalkozzék? Az elkésett választ Amerika számára nemrég adta meg George Gamota, a DOD (Department of Defense = Hadügyminisztérium) kutatási igazgatója: „A DOD megértette, hogy a ma elvégzett alap kutatás nélkül nem lesz technológiai választásunk 2000-ben. [...] Most is az ezelőtt 10-12 évvel megvalósított alap kutatások eredményeiből élünk.”

Ez bizony meglepő kijelentés azok után, hogy éppen a hadsereg, a legpénzesebb „kutató” csökkentette elsősorban a hatvanas évek közepétől alap kutatásra fordított kiadásait. A DOD által 1965–1975 között az alap kutatásra költött összeg nem változott. Ez — a növekvő inflációval számolva — mintegy 50 százalékos visszaesést jelentett. Ráadásul 1969-ben bevezetik a Mansfield-féle szigorítást, amely szerint: „egyetlen pénzalap sem használható fel, ha nincsen közvetlen vagy közvetett kapcsolata katonai műveletekkel.” Ez a rendelkezés még inkább az alkalmazott területek felé irányította az amúgy is szűken mért kutatási alapokat. A helyzetet tovább súlyosbította, hogy a hatvanas évek végén s a hetvenes évek elején kibontakozó diáksztrájkok résztvevői követelték a kutatás és a hadsereg közötti kapcsolatok teljes felszámolását.

Mindez ma már a múlté. „A jövő termékeinek megtervezése az alap kutatás határozott és folyamatos fejlesztését követeli meg!” — állította hadügyminiszter korábban Harold Brown, az LLL (Lawrence Livermore Laboratory) volt kutatója. És hogy a kutatásban mindenki megtalálja számítását, a „katonák” kijelentették: „A DOD számára minden fontos az ún. kemény tudományok, pl. a kompozitanyagok, a szilárdtestkémia, a polimerek stb. terén.” Sőt, a külső, az ún. akadémiai munkatársak részére már különleges, egyszerűen kezelhető szerződéstervezetet is kidolgoztak az együttműködés megkönnyítése végett. Közben a hadi kutatások összpénzalapja is egyre nő, s amíg pl. 1976-ban csak 6,7 százalékkal volt nagyobb az előző évinél, 1980-ban már 20 százalékos a növekedés.

Most már csupán az a kérdés: vajon a kutatásba szivattyúzott dollármilliók képesek-e egy szempillantás alatt rendbehozni az akadozó gépezetet? A gép ugyan forog, az alkotó azonban *nem* pihen — mivelhogy szakemberhiánnyal küzd, helyesebben fog küzdeni.

Frissen végzett diplomásaink jó részét nemigen érdekli semmi, legkevésbé a kutatás (Alan L. McClelland, Du Pont).

A fenti kijelentés bizonyossága szerint igencsak varázsát veszítette a kutatói mesterség. A Dunhill Personal System 1980-as felmérése szerint a nyolcvanas években hiány lesz 3–8 éves gyakorlattal rendelkező kőolajmérnökökben, geofizikusokban. Egy másik felmérés az atomipar és a radiokémia bizonytalan szakemberellátását jósolja. Hogyan lehetséges ez?

„Az egyetlen dolgozó vegyészek fizetése csupán 55-57 százaléka az iparban dolgozóknak. Egy doktorátussal rendelkező vegyész évi átlagjövedelme 22 ezer dollár, ha a kutatásban dolgozik. Egy magáncégnél az iparban 33 ezret is megkereshet. Ha pedig önmaga munkaadója, 40 ezer dollárnyit összekaparhat [...]. Az infláció következtében ma a vegyészek 6 százalékkal kevesebbet keresnek, mint egy évtizeddel ezelőtt — írja a *Chemical & Engineering News*. — A doktorátussal rendelkező kutatók fizetése alig éri el a kezdő üzem mérnökökét. [...] A mérnök-doktor, ha nagyon igyekszik, 10-12 év múlva elérheti egy orvos kezdőfizetését, [...] ekkor azonban az orvosdoktor már legalább százszázalékos keresévente, ami — valljuk be — elérhetetlen a mérnök számára.” Ráadásul „a vegyiparban pl. a munkaerőszükséglet periodikusan változik, az akadémiai (kutatói) elhelyezkedés pedig még bizonytalanabb. [...] 1970-ben pl. a tudományos és műszaki dolgozók munkanélküliségének aránya 75 százalékkal volt magasabb az előző évinél.” (Uo.)

A kutatók számára tehát szűken mérik az anyagiakat, s az sem biztos, hogy álláshoz jutnak. Hogy az amerikai kutatás visszaesése nyomán mennyire csökkent a munkaerőszükséglet, arról fogalmat alkothatunk a DSE-mutató nyomán. Erről, a Deutsch Shea Evans közvéleménykutató intézetről DSE-nek nevezett mu-

tatóról (újabb nevén *High Technology Recruitment Index*, amit magyarra talán magas szintű szakemberszükségletet tükröző mutatószámnak fordíthatnánk) Derek de Solla Price úgy nyilatkozott, hogy „nagyszerűen tükrözi a tudomány és technológia hazai helyzetét”. Ezek után, ha szemügyre vesszük a DSE-mutatót, s elégséges értéknek tartjuk az 1972-es 142-t, hihetetlenül kevésnek tűnik az 1970-ben számított 67, amely azóta 64-re csökkent.

A jövő sem sokkal rózsásabb. A National Science Foundation adatai szerint 1987-re várhatóan 50 százalékkal nő a kutatásra alkalmas mérnökök és mérnök-doktorok száma, a munkahelyek száma viszont csupán 35 százalékkal emelkedik. Így aztán a kutatók 15 százaléka lesz kénytelen valamilyen más megélhetési forrás után nézni.

Kevés pénz, bizonytalan elhelyezkedési lehetőségek — aligha csodálható, hogy a reálpályákra nem a legjobbak igyekeznek. A felvételizők pontrendszer szerinti osztályozását figyelve kiderül, hogy pl. 1970—1976 között a fizikai tudományokra beiratkozó diákok átlagpontoszáma 650-ről 634-re csökkent, míg ugyanakkor a jövőendő orvostanhallgatók átlagpontoszáma 496-ról 527-re nőtt. Az is megtörténhet — ez is egyike az amerikai egyetemi rendszer furcsaságainak —, hogy éppen a kémiában legjobb eredményeket elért elsőévesek orvosként folytatják tovább tanulmányaikat.

A Carnegie Council 1979-ben megjelent tanulmánya (*Helyes gyakorlat a felsőoktatásban*) megállapítja: „Mivel a születési arányszám esett, s mivel az egyetemi végzettség kevésbé vonzó, mint a múltban, 1992-ben a beiratkozások 25 százalékos csökkenése várható. Tekintve, hogy számos egyetem költségvetése függ a hallgatók számától, a diákhány csödhöz vezethet. Így aztán sokan próbálkoznak majd a színvonal leszállításával, hogy a gyengébbek is bejuthassanak.”

Úgy tűnik, ez a folyamat már meg is kezdődött: „Egyetemistáink között túl sokan vannak olyanok, akiknek kevés vagy semmilyen fogalmuk sincs mesterségükről és az ipari munka természetével, követelményeivel, etikájával kapcsolatos tudnivalókról” (B. S. Friedman, Energiaügyi Minisztérium); „Az egyetemisták 50 százaléka úgy véli, hogy az egyetemen csupán magolni kell, 60 százaléuk szerint pedig a jó jegyek elérhetők anélkül, hogy értenék a bevágott anyagot” (*Carnegie-tanulmány*).

Az eredmény: a „go slowly, and do nothing!” (járj lassan, és ne csinálj semmit!) elv meggyökeresedése, a szakemberek megbízhatatlanságának fokozódása. Jellemző példák: a Saturnus felé tartó Pioneer rádióvétele egy adott pillanatban megszakadt a szovjet műholdak interferenciája miatt. A NASA technikusai ugyanis — saját bevallásuk szerint — elfelejtették értesíteni igen készséges (kiemelés az amerikaiaktól) szovjet kollégáikat, hogy állítsák le adóik működését. Más: a nagy port felvált *Kemény-jelentés*ből kiderül, hogy a Three Mile Island-i atom-baleset első számú oka a személyzet hozzá nem értése.

Vajon há a *Carnegie-tanulmány* megszívlelendő javallata („Hagyjuk a felsőoktatást ismét betölteni történelmi szerepét, amely abból áll, hogy a legmagasabb színvonalon adja át a jövő generációnak a legnagyobb etikai értékeket!”) valóra válik, a kutatás és a technológia háza táján minden rendbe jön? Valóban csupán pénz és megfelelő szakemberek kellene a technikai megifjodáshoz?

Sz. Benedek István



Nagy Enikő ötvösmunkája