

ÚJÍTÁSOK

Az alábbi szemelvényeket a Nagy-Britanniában élő, 1971. évi fizikai Nobel-díjas szerző *Innovations: Scientific, Technological and Social* című, az Oxford University Pressnél 1970-ben megjelent művéből válogattuk.

Amikor a homo sapiens — nagyjából jelenlegi alakjában — megjelent a Földön, megkezdődött az újítások folyamata is. Az ősember olyan minőségű szürkeállománnyal lépett színre, amellyel később megfogalmazhatta a *Principia philosophiae naturalist* és a *Principia mathematicát*, ám kezdetben az ész még csaknem üres volt. Előbb ki kellett alakulnia minden újítások legfontosabbikának — a beszédnek; majd következniük kellett a szerszámoknak, a fegyvereknek, valamint a földművelést és az állatok megszelídítését lehetővé kezdetleges társadalmi szervezetnek. Sokkal későbbi az írás, s az, amit történelemnek nevezünk.

Abban is, amit manapság újításnak mondunk, részes még az az ösztön, amely az ősembert arra sarkallta, hogy olyan csodálatos találmányokat dolgozzon ki, mint az íj és a nyíl, s olyan bonyolult társadalmi konvenciókat agyaljon ki, mint a totemizmus. A mechanikai találmányok és a társadalmi újítások a történelem előtti korszakoktól az új időkig mindvégig nélkülözhetetlen, de kényelmetlen útítársaink maradtak. Mindegyiküket más-más típusú gondolkodó-alkat művelte, csakhogy némelykor mindkét típust hosszabb időre háttérbe szorította a harmadik embertípus, amelyet sem a technológia, sem pedig a társadalmi haladás nem foglalkoztatott, hanem főként csak saját hatalmával törődött. Sajnálatos módon a történetírás leginkább a harmadik típus tetteit — és gáztetteit — jegyzi fel.

Immár feljutottunk a civilizáció fejlődésének arra a fokára, amelyen az effajta történelemből elégünk van. A sötétség hosszú és többnyire tragikus korszakai után, körülbelül három évszázaddal ezelőtt, a kézműves empirikus technológiája kiteljesedett a természet rendszeres ismeretével és a tényekből, nem pedig képzelgésekből kiinduló gondolkodásmóddal, amelyet tudománynak nevezünk. A technikák és az elméleti tudományok egybefonásával létrejött az alkalmazott tudomány, amely lassanként egyértelművé vált a modern technológiával. A modern technológia azóta olyannyira kifejlődött, hogy mindenfajta civilizációt — legalábbis átmenetileg — tönkretethet, vagy pedig egy új, boldogabb világot teremthet, ha az ember egyáltalán ilyen világra való. A „történelem utáni ember“ kilátásai elég komorak, legalábbis Roderick Seidenberg szerint (*Post-historic Man*. Chapel Hill, The University of North Carolina Press, 1950). Ha a távoli jövőbe tekintünk, kétségek marcangolnak: vajon az ember, ez a harcos fajta, lehiggadhat-e valaha is annyira, hogy boldog lehessen? Kétséges, hogy vajon érdemes-e megvalósítani egy ilyen szerű állapotot, amelyben ösztönbeli és történelmi értékeink nagyobb részének megtagadása várható, s végül maga az intelligencia is fölöslegessé válik. Sok nagy gondolkodónk, mint például Albert Einstein is, arra a következtetésre jutott, hogy a homo sapiens pályafutásának végső szakaszához közeledik.

Csakhogy hajlamaink — amelyek erdőszéli póre majomból modern emberré avattak bennünket — azt sugallják: nem szabad megadnunk magunkat. Az ember mintegy százezer esztendeig harcolt a természettel és saját fajtájával: most már saját természetével kell megbirkóznia. Végső soron erre kell összpontosítania a következő esztendők során korunk minden jövőbe tekintő újtójának.

Napjainkban félelmetes egyensúlyzavar tapasztalható az újítások terén. Sok-sok évszázad után, amelyekben az újítás csaknem észrevehetetlen volt, s további néhány évszázad után, amikor a műszaki haladás azonos volt az általános emberi haladással, immár eljutottunk egy olyan szakaszba, amelyben az újítás *kényszerűség*; ám ez csakis a technológiai újításra vonatkozik. A katonai-ipari komplexumon kívül más nagy anyagi érdekösszefonódások is kialakultak, főként az *avantgarde* iparágakban és a kutatóintézetek esetében, amelyek úgy vélik, hogy dilemmájuk: „újítani vagy elpusztulni“. E fejlődési irányzat sűrített formában nyilvánult meg az ember Holdra szállásában; nagyszerű győzelme volt ez az alkalmazott tudománynak és a ragyogóan megszervezett együttműködésnek, mégpedig egy olyan korszakban, amelyben sok gondolkodó amerikai már-már elhatalmasodtak a társadalmuk józanságát megkérdőjelező súlyos kétségek.

Még nem járt le a szó tágabb értelmében vett újítások ideje. Az általunk létrehozott tudományos-technológiai komplexum még termőképes, tehetetlenségi ereje folytán, ami távolról sem azonos a konzervativizmussal. Newton (lényegileg Galileinek tulajdonítható) Első Törvénye szerint az inercia folytán „minden megmarad egyenes vonalú egyenletes mozgásában, amíg a rá ható erők következtében nem kényszerül állapotának megváltoztatására“. Biztosak lehetünk abban, hogy a további újítások révén olcsóbb és sokkal bőségesebb energiához juthatunk, a hírközlés hálózatának sűrűbbé válásához, ugrásszerű javuláshoz az információk kezelhetőségében. De — emberi, társadalmi következményeiket illetően — még ezeknél is sokkal jelentősebb újdonságok várhatók a biológiai tudományoktól, melyeknek ez ideig (a többi diszciplínához képest) csak kisebb intézményeik vannak. A világ egyensúlyát a halálózások számának leszorításával már megbolygatták; a továbbiakban még inkább megzavarhatják azzal, hogy még sok milliárd ember számára elegendő táplálékot állítanak elő, amíg aztán elviselhetetlenül túlnépesedik a világ. Majdnem biztos, hogy ránk szabadítják a gondolat ellenőrzésének hatékony módszereit, amelyeket aztán jóra, rosszra egyaránt fel lehet használni.

De vajon az Ellenőrök ellenőrizhetők-e?

*

Tudomány és technológia különváltan éltek az európai reneszánsz beköszönéséig. Miközben az újjászületést megelőző évszázadok során a technológia öneréből fejlődött a mesteremberek kezén, akik oly jelentős találmányokat dolgoztak ki, mint például a teljes lószerszám, a vaseke és a pápaszem, Európában csaknem végképp elhanyagolták a tudományt. Talán Galileo Galilei (1564—1642) az első ember, aki egy személyben volt tudós és technológus. Még az ő életében oly gyorsan tért hódított a tudomány és a „hasznos kézművesség“ párosításának eszméje, hogy azt teljes odaadással felkarolta még egy be nem avatott, a jogtudós Francis Bacon is, s kevéssel utána már a Royal Society (1660) alapítóinak programjává — vagy hogy modernebb kifejezést használjunk: misztikájává — vált. Ez volt a nagy korszak, amelyben a haladás gondolata a gondolkodó emberben első ízben felsejlett.

Tudomány és technológia frige nem egyszerre, hanem csak fokozatosan, három évszázad alatt valósulhatott meg. S ez az egyesülés még a tizenkilencedik szá-

zadban is oly tökéletlen volt, hogy — noha az elektromosság és a mágnesség legtöbb alapvető törvényét Faraday és Maxwell feltárta és megfogalmazta — az elektromos gépek egyikét sem a Royal Society hazájában találták fel. Más országokban sem volt tökéletes a frigy. Heinrich Hertz 1887-ben állított elő elektromágneses hullámokat, holott megvalósításának lehetősége már 1868 óta benne rejtett Maxwell egyenleteiben, s Marconira hárult az, hogy 1896-ban antennát alkalmazzon, aminek teljes elmélete viszont már Hertz egyenleteiben rejtett. A tudományos felfedezés és technológiai alkalmazása közötti — húsztól negyven évig terjedő — szakadék nagyobbára jellemző a tizenkilencedik századra és a huszadik elejére; csak napjainkban sikerült látványosan lerövidíteni. Otto Hahn felfedezésétől, a maghasadás megvalósításától az 1945-ben alkalmazott első atombombáig mindössze hat év telt el, s a történelem első maghasadási programján dolgozó munkacsoportok vezetői már maguk is tudósok voltak.

Ez nem azt jelenti, hogy napjainkban már nem fordulhatnak elő hosszabb időközök a felfedezés és az alkalmazás között, s igazán nem vallana a feltalálók bölcsességére, ha most már semmibe vennék a néhány év előtti, az „öregebb“ tudományos eredményeket. A lézert már Einstein 1917-es egyenletei tartalmazták, Townes és Schawlow mégis csak 1958-ban fejtette ki expliciten megvalósítása módját. Azután már csak két esztendőre volt szükség ahhoz, hogy T. H. Maiman az első rubinlézert, illetve A. Jovan az első hélium-neon lézert előállítsa.

A hosszú időközök olyankor gyakoribbak, amikor a találmány valamely alapvetően fontos komponense még hiányzik. A repülőgépet — lényegében modern formájában — a tizenkilencedik század több feltalálója képzeletben már megalakította (Cayley, Stringfellow, Pénaud és mások), de az elgondolt szerkezet nem emelkedhetett a levegőbe, csak miután alkalmazni kezdték a belsőégésű motorokat. A gázturbinákkal végrehajtott korábbi kísérletek gyászos véget értek, mert nem volt megfelelő légsűrítő, hiányoztak azok az anyagok, amelyek magas hőfokon is kellő ellenállásúak. A lökhajtásos gépeket még idejében a világra segítették a „Nimonic“ és más hasonló minőségű ötvözetek. Az uránium 235 centrifugális szeparációját már 1940-ben kiesztelték, de gyakorlati lehetőségéig csak huszonöt évvel később, az új — kétfázisú magy feszültséget elbíró — anyagok előállításával vált. 1948-ban a holográfia még csak akadémikus jellegű kísérlet volt; sikere 1963-ban következett be, amikor a holográfiában első ízben alkalmaztuk a lézert.

A korszerű maghasítási programok „erőltetett menetben“ törnek a hiányzó találmány-komponens kicsikarása felé. Amikor a Polaris típusú tengeralattjárókat megtervezték, még négy rendkívül fontos találmány hiányzott a sikerhez: a nukleáris hajtómű, a megfelelő víz alatti lokáció, a rakétameghajtás szilárd üzemanyaga és a tehetetlenségi pörgettyű. Ötödikként hozzászámítható a „PERT“, vagyis az a tervezési séma, amely lehetővé tette, hogy a 11 000 üzem gyártotta több millió alkatrész idejében megérkezzék és kellőképpen egybeilleszkedjék.

Míg a Polaris lényegében mérnöki teljesítmény, a tranzistor felfedezése már arra a modern fejlődési irányzatra jellemző, amelyben a tudományt a technikától elválasztó határvonal eltűnik. Shockley, Bardeen és Brattain a p-n típusú tranzisztort tíz év alatt dolgozták ki, azon óhajtól vezetettve, hogy a szilárdtest erősítő előállításával egyidejűleg megérthessék a félvezetőkön áthaladó elektromosság folyamatait. A tudós és a technológus ismét azonosul egymással, mint Galilei esetében történt.

A társadalmi élet természetes időegysége a nemzedék. Ritka kivételektől eltekintve az emberek egész életükben ugyanazokat az értékeket vallják a magukénak, amelyek gyermek- vagy ifjúkorukban váltak sajátjukká. A középkori ember

elvárta, hogy unokái, sőt dédunokái is úgy éljenek, ahogyan ő élt, azonos érték-ítéletekhez igazodjanak. A technológiai változások akkoriban csaknem észrevehetetlenek voltak. A háborúk és a pusztító járványok átmeneti zavarokként hatottak, amelyeket hol sztoikus beletörődéssel, hol a tömeghisztéria feltörésével fogadtak, de utánuk az élet nagyjából visszatért rendes medrébe. A társadalmi változások, mint például a közlegelők kisajátítása Angliában, sokkal maradandóbb hatásúak voltak, mint a majdnem teljesen megrekedt technológia. Gyökeres változás csak a tizenkilencedik században következett be, amikor a gépi szövőszék a takácsok ezreit döntötte sötét nyomorba, ám még így is csak a lakosság egy kis hányadát sújtotta; a nagy többség számára az élet még mindig változatlan maradt. A világ lassan haladt. Az ipari országokban a lakosság száma még a múlt században is csak száz esztendő leforgása alatt kétszereződött meg. A megkétszereződés ideje csak a mi korunkban csökkent egy nemzedéknyi időre, s ugyanakkor lerövidült egy nemzedéknyi idő töredékére az az időtartam is, amely alatt lényeges változások következnek be az életstílusban.

*

Meg kell említenünk az egyensúlyzavar egy további társadalmi következményét. Arthur Koestler írta 1940-ben megjelent nagy regényében, a *Darkness at Noon*-ban, hogy minden új találmány a demokráciát fenyegeti, mert a politikát még érthetlenebbé teszi az egyszerű ember számára. 1940-ben ez még túlzásnak tűnhetett, három évtized eltelével azonban már nem. A „modern ipari állam“ vagy a „technotronikus társadalom“, mikor hogy nevezik, valóban meghaladja az utca emberének felfogó képességét. [...]

A harmadik — félreismertetlenül minőségi jellegű — változás a találmányok és az újítások hatóterületén és céljaiban következett be. A feltalálók nemrég még az elsődleges szükségletek, az ősi emberi vágyak kielégítésének szolgálatában álltak: két fűszálat növeszteni, ahol régen csak egy nőtt; távol levő embertársainkkal beszélni; gyorsan utazni; repülni. Persze a modern növénynevelők nemcsak két szál fűvet tudnak növeszteni egy helyett, hanem a rizstermést is megnegyszerezhetik. [...] Érdemes? Hiszen még ha sikerülne is jóllakatni az embereket, úgyis sok milliós, már arányaik miatt is robbanékony városokba zsúfolódnak...

Amikor Graham Bell feltalálta a telefont, jogos büszkeséggel úgy érezhette, hogy valóra váltotta az emberiség egyik ősrégi álmát. Igen, a telefon most már életünkhöz tartozik, mégpedig annyira, hogy meg sem lehetnénk nélküle, s az emberek (kiváltképpen a gyengébb nembéliek) idejük jelentős hányadát kagylóval a kezükben töltik. Hogy mit kellene ezzel kapcsolatban még feltalálni? Hát a képernyős telefont, hogy ne csak hallhassuk, hanem láthassuk is azt, akivel beszélünk. Persze, erre szükség van, s ha ez is megvalósul, e téren elérjük a telítettségi fokot.

Mennyivel rosszabb az efféle telítettségénél az, ami minden valószínűség szerint bekövetkezik az ember egy másik ősi vágyával, a repüléssel kapcsolatban! Gépkocsival már olyannyira telezúfolódott jó néhány város, hogy minduntalan közlekedési dugókba kerülünk, s már szinte kifizetődőbb volna gyalog járni, ha nem volna olyan nagy probléma az átkelés az utca egyik oldaláról a másikra. A levegőben is éppen elég gyakran kerülnek veszélyes közelségbe egymáshoz a repülőgépek, s az összeütközéseket már csakis az elképzelhető legötletesebb találmányok segítségével lehet elkerülni. A légi forgalom hétvéenként megkétszerező-

dik, s ha a növekedés ebben az ütemben folytatódik, még a legleleményesebb, számítógép ellenőrizte berendezések alkalmazása és az 500—1000 utast szállító légi-buszok bevezetése sem kúszbólheti ki a repülőterek túlszűföldését és a gyakori összeütközéseket a levegőben. Jelenleg a légi szállítás magasan minden közlekedési mód legbiztonságosabbika. De 1969-ben 104 légi társaság utasainak a száma elérte a 232 milliót, ebből 57 milliónyin nemzetközi útvonalon közlekedtek, s ez utóbbiak száma nem egészen öt éven belül megkétszereződik. Mennyi időbe telik vajon, amíg a légi közlekedésnek is annyi áldozata lesz, mint az országútinak? Tíz év? Húsz év? Ennek az irányzatnak azonban véget kell vetni; a nagyközönség különben sem hajlandó megtérni a közszállításban azt, amit a magánjárművek esetében.

A közlekedési dugók, a közúti és légi balesetek folytán bekövetkező halálos esetek, a levegő, a folyók, a tavak és a tengerek szennyeződésének problémája elvezet bennünket ahhoz, ami — úgy tűnik — a legalapvetőbben megkülönbözteti a múltbeli találmányokat a jelenlegiektől. *Napjaink technológiájának legfontosabb és legsürgetőbb problémája többé már nem az elsődleges szükségletek kielégítése vagy az ősi vágyak teljesítése, hanem a tegnapi technológiája okozta ártalmak és károk kiküszöbölése.*

*

Korunk egyik közhelyszerű igazsága, hogy a társadalmi fejlődés nem tartott lépést a tudomány és a technika robbanásszerű fejlődésével. Talán J. M. Keynesnek sikerült e jelenség fő okaira legvilágosabban — mennyiségi összefüggésekben is — rámutatnia. Tanulóéveik után csak nagyon kevesen módosítják nézeteiket és értékítéleteiket. Mintegy huszonöt év telik el az egyetem befejezésétől egy tekintélyes pozíció fokozatos elfoglalásáig. Ha ez idő alatt jelentősen módosul a társadalom technológiai alapja, kialakulnak a lényeges zavarok feltételei. A kvantumelmélet nagy szerzője, Max Planck egy idévágó gondolatot fogalmazott meg: az új elméletek nem is annyira elfogadásuk, mint inkább ellenzőik elhunytá folytán aratnak elismerést. Ez azért talán túlságosan borúlátó megítélés; valójában ha annyi időt szenteltünk volna a tudománynak és a technológiának, mint az intézményeknek, távolról sem volna annyi problémánk.

A kérdést — amellyel szembenézni oly kevesen bátorokdtak — csak súlyosbítja, hogy a tudomány és a technológia nemcsak a társadalom intézményes struktúrájába illeszkedik meg nem felelő módon: nemigen egyezik az ember alaptermészetével sem. Ha megoldjuk társadalmi problémáinkat, ha nyugodt életet biztosítunk minden embernek a bölcsőtől a koporsóig, miért kellene tovább küzdenünk? David Riesman kíméletlenül ír erről: „Amitől a leginkább tartunk, az nem a totális rombolás, hanem inkább a totális céltalanság.”

Persze mindez még nem napjaink problémája; de egyre fontosabbá válhat a következő három évtizeden belül a Föld gazdaságiakban szerencsésebb részén, s ezért jó lesz mindezen már most elgondolkodnunk. A kérdés nem olyan egyszerű, amilyennek a jobb lakáskörülményeket, jobb orvosi ellátást és egyebeket szorgalmazó társadalmi reformerek látják, de nem is olyan reménytelen, amilyennek a világvégét hirdető proféták hiszik (vagy legalábbis úgy tesznek, mintha hinnék). Mindig is voltak privilegizáltak, akik már születésüktől jól éltek, s életük mégsem volt céltalan. Talán a nagy többség számára is elfogadhatóvá lehet tenni a bőség életformáját, mégpedig anélkül, hogy az öncélú jólét elől a kábítószerekben keresnének menekvést.

Farkas László fordítása