

## KUTATÁS MA ÉS TALÁN HOLNAP

**A**TUDOMÁNYOS KUTATÁS VÁLTOZÁSAIT két nézetből igyekezünk megközelíteni. Az egyik a mindennapi élet és a kutatás kapcsolata, a másik a kutatás fizikai és szellemi eszközrendszereinek alakulása. Bizonyára számos más nézet is lehetséges, mindegyik valamilyen mértékig szubjektív, attól függően, hogy a szerzőnek mi a saját gyakorlata, milyen tudományterületen dolgozott, vagy milyennel került kapcsolatba, mi egyéni pályájának sikere vagy kudarca. Itt egy, a mai nomenklatúrában informatikusnak jelölt, közepes sikerű és hosszú élettapasztalatú, a tudományszervezés egy tartósabb szakaszában is részt vett ember igyekszik kitekinteni. Súlyos teher a hosszú élettapasztalattal szemben a hosszú élet, az az elkerülhetetlen elmaradottság a mai gyakorlatban, ami annál súlyosabb, mivel itt a holnapról, vagy legalábbis a holnapot előkészítő máról kérdezik.

### Tudomány és technika

A tudomány és a mindennapi élet gyakorlatában a legfontosabb tényező az a technológiák által létrehozott világ és benne az az életforma, ami már a mai létünket is meghatározza; egy arányaiban nehezen számszerűsíthető környezet. Sokak számára nyomasztó jelenlétét akkor érezzük igazán, amikor ez a környezet valamilyen ok miatt nem működik. Nem folyik víz a csapból, bedugul a csatornázás, nincs világítás, fűtés és hűtés, nem tudunk beszélni a jelen nem lévőkkel, nem visz haza vagy más fontos helyre a közlekedés eszköze, nem működik a lift, nincs a javasolt gyógyszer, nem elérhető azonnal igénybe veendő vizsgálati eszköz az adott betegség, baleset esetén, nem tudunk pénzhez jutni a bankból. Így sorolhatnánk mindazt, ami hasonlóan életfunkcióink automatikus működéséhez, ebben a technikai környezetben annyira megszokott, hogy csak kiesése során tudatosul.

A változás mértékének érzékeléséhez érdemes elővennünk az előbbi felsorolást és végignézni, hogy mikor és milyen mértékben váltak mindezek létfeltételeinkké? Ebben a feltételezett vizsgálatban is el kell gondolkodnunk azon, hogy mi, milyen mértékben számítható tudományos produktumnak? Szélső példát véve, hova sorolandó a neolitikus ember szaktudása, invenciója, társadalmában összegyűjtött tapasztalata az obszidián eszközként történő felhasználásában? Hol indul a munkamegosztás, mikor lehet arról beszélnünk, hogy talán voltak ezekben az előtársá-

dalmakban olyan emberek, akiknek fő tevékenységük az alkalmas obszidiándarab keresése, pattintgatása, munkaeszközként kezelése volt, ezért kaptak ennivalót és fekhelyet a barlanglakásban? (Shea 2011:128–135, 2013; Balter 2013:642–643.)<sup>1</sup>

Hasonlóan bizarr gondolat a Rousseau-i programnak<sup>2</sup> vagy a zöld mozgalmak szélsőségei következetességének végigelemzése, mi marad élhető a mai ember számára a természethez való visszatérésben? Mindezt lényeges megfontolnunk, amikor a ma és holnap tudományának és az ebből eredezett technológiának határaitól, a múltból és a jelenből történő elválasztásáról beszélünk. Mégis, ha újra visszatekinünk felsorolásunkra, akkor ma már az emberiség legalább felének a világát érintik a tudomány és technika vívmányai. Ez a becslés erős, még ha különböző mértékekben és a technológiai kényelmek különböző elterjedtségében gondolkodunk is. Ha a terjedés sebességét nézzük, akkor bátrabban állíthatjuk, hogy választó sávokkal vizsgálhatjuk az első ipari forradalomnak a tizenkilencedik századot átfogó szakaszát és egy másiknak a huszadik század második felétől kibontakozó időszakot.

A tudományra és technikára vonatkozó utalások nem szóltak a kettő azonosságairól és különbözőségeiről, pedig a megfontolásokban ezek lényegesek lesznek. Világos, hogy különböző tudományterületeken igen különböző ez az elválasztás; a jelenkort és a következőket éppen az választja el erősebben a korábbiaktól, hogy a technikai eszközök használata és az ezzel kapcsolódó tudományos kutatás lényegesen nagyobb szerepet játszik ma és holnap, mint bármikor korábban.

Gondolatmenetünkben a tudományos haladást szakaszolhatjuk éppen az eszközhasználat lehetőségeinek szempontjából. A kutatás lehetőségeit mindig meghatározta az eszköz, így a mikroszkóp és a távcső felhasználásáig minden kutatás határa a szabad szemmel látható volt. Maga az írás, majd a könyvnyomtatás is ilyen eszközhatárokat szabó szerepet játszott, hiszen az emlékezet és a hitelesebb ismeretátadás korlátait módosította. A kutatást előrevivő eszközök forradalmi változása választja el a mai kutatás módszereit és lehetőségeit a korábbiaktól, döntő hatással az információs társadalom létrejöttére és az érzékeléstechnika, amelyet elsősorban az elektronika fejlődése alapozott meg.

Hosszan sorolhatnánk azokat a ma kiemelkedő kutatási eredményeket, amelyeknek feltétele és előzménye a technikai problémamegoldás volt. Így szerepelt a biológiában és az anyagtudományokban a diffrakciós vizualizálás, a fizika számos ágában a széles sávú elektromágneses hullámérzékelés, a kvantumállapotok kutatásában az extrém vákuum- és hőmérsékleti feltételek megteremtése. Ezek a módszerek forradalmasítottak olyan kutatási területeket is, amelyek korábban majdnem teljesen függetlenek voltak a technikáktól, ilyenek például a történelem-

1 Kritikai áttekintéssel.

2 Rousseau tudomány- és haladásellenes nézeteit összegezi a „vissza a természethez” jelszó. Ezt a világnézetet, amit több művében is kifejtett, már korának gondolkodói is bírálták. Ugyanakkor az ehhez a gondolatmenethez csatlakozó, a társadalmi szerződésről és az emberek egyenlőségéről szóló művei mai napig is fontos hivatkozási alapok. Ez a példa tanulságos történelmi gondolkodási folyamatok és szerzői egyéniségek megítéléséhez.

kutatások mai anyagvizsgáló hátterei, a pszichológia biológiai eredetű (és természetesen tovább, elektronikai megalapozottságú) vizsgáló eljárásai.

A technikai alapok nemcsak megnyitották a korábban megközelíthetetlen kutatási célterületeket, hanem lehetővé tették a korábban bizonyítottan elfogadott határok átlépését. Jellegzetes a fény, majd a rövidebb elektromágneses hullámok hosszával meghatározott észlelési korlát jelenkori átlépése.

Ezek a technikai alapok részben a mindennapos technikai fejlődés és szükségletbővülés termékei, de számos olyat is felsorolhatunk, ami először a kutatás speciális igényeit szolgálta, majd átment a mindennapos gyakorlat műszerezésébe. Jellegzetesek a genetikai kutatásokat támogató, ma már egyre inkább az orvosi gyakorlatba átmenő eljárások.

A technikai feltételek megteremtésének és az elméleti kutatás összefonódásának már itt is többször idézett biológiai-orvosi példája mellett talán a legjellegzetesebb a fizikai kutatás és az energetikai problémamegoldás kapcsolódása. A részecskefizikai kutatás alapeszköze, ma kitüntetetten a Hadron Collider alapfeltételként nagyszámú technológiai probléma megoldását igényelte, amelyek továbbélnék számos gyakorlati műszaki területen.

## Alap- és alkalmazott?

Mindez a megfontolás átvezet bennünket az alap- és alkalmazott kutatás ingoványos vidékére. Az elválasztás valójában finanszírozási kérdés, két összefüggő szempontból. Az egyik a gazdaságért felelős és gazdasági célú szervezetek szempontja, látnak-e számukra ésszerűnek tekintett időn belül hasznot, megtérülést a kutatási befektetésből? Mivel a gazdasági szempont a választópolgárt és a befektető vállalkozót, továbbá a kettejük között működő politikát érinti, a válaszok részben azonosak, de részben éppen a kitekintés időtávlatai és a hasznosságról történő meggyőzés módszerei tekintetében a különbségek is lényegesek.

A kutatás másik fajtája tudatosan elválasztódik a gazdasági haszon indokaitól, és ezzel válik finanszírozási kérdéssé, a kutatók és a társadalom viszonyának problémájává. Mozgatója a kíváncsiság és az a nehezen meghatározható nézet, hogy ez a fajta tevékenység hozzátartozik ahhoz a kultúrához, ami az embert emberré fejleszti, az egyént hozzáköti társadalmához és így meghatározójává válik a társadalom fejlődésének. Végül, de nem utolsósorban, ezt a meghatározott gazdasági cél nélküli kutatást valamiféle, intézmények, országok, embercsoportok közötti versenyszellem is gerjeszti. Hasznos példaként idézhetjük az emberi genom kifejlesztésének versenyét az állami kutatóintézmények és a Craig Venter által vezetett magán-kutatás között. A kíváncsiságot őszintén példázza a mostani Mars-kutató expedíció Curiosity neve.

A katonai célú kutatást jóindulattal a versenyszellemhez sorolhatjuk, nagy és pozitív példája volt a második világháborúban a civilizációnk megmentéséért folyt

kutatói erőfeszítés. Mai helyzetünkben is felvetődnek hasonló dilemmák. A motivációkról szóló megfontolásainkhoz tartoznak azok a kérdéses mozgatók, amelyek a katonai erőfeszítések olyan eredményeit hozták létre, amelyek lényegesen hozzájárultak békés életünk javításaihoz is, így a távközlésben és az orvosi gyakorlatban. A kérdés az, mennyire elengedhetetlen ma és holnap ez a fajta motiváció?

A kétféle mozgató, a gazdasági és a szelleminek nevezhető a maga tevékenységében részben csak abban válik el, amennyire a finanszírozó meggyőzése követeli. Saját tapasztalatom egyik jellegzetes példája volt az alakfelismerési módszerek kutatása. A hidegháborúban, a huszadik század ötvenes éve elején ez az ellenséges fegyveres erők felderítését szolgálta, majd a hatvanas évek enyhülési időszakában ugyanazok, ugyanazokkal a kutatási módszerekkel átfordították érvrendszerüket és alkalmazási példáikat az orvostudományra, így a rosszindulatú daganatok felderítésére használták. Ma ugyanez a diszciplína a közlekedésbiztonság, a terroristák elleni védelem céljait szolgálja sok más korábbi és újabb hasznos felhasználás mellett.

Az elválás másik jellegzetessége a kutatót és munkakörülményeit érinti. Az alapkutató lélek bizonyos mértékig a régebbi idők remetéjének és teológus filozófusának emlékét idézi, a kevesebb kötöttség, kevésbé szorító határidők és a mindezzel járó, ma már természetesen szerényebb áldozatok körében.

Így formálódik az adott körülmények között az alapkutatás és alkalmazó kutatás nehezen súlyozható és talán még nehezebben szétválasztható viszonya. Az alapkutatók, azaz azok, akik nem igyekeznek a közvetlenebbül finanszírozott-hoz kötődni, mintegy mentegetésül, gyakran idézik azoknak az elméleti eredményeknek a példáit, amelyek a maguk korában nem mutattak semmiféle alkalmazási perspektívát és egy későbbi helyzetben gyakorlati fontosságúak lettek. Ilyen, talán leggyakrabban emlegetett példa a számelméleté és annak jelenlegi alkalmazása a biztonsági technikákban. A matematika elméleti kutatásainak nagy részét hasonlóan lehet idézni, a mai számítástechnikai módszerek többségének alapjait a tizennyolcadik, de főleg a tizenkilencedik században dolgozták ki, így a sokváltozós folyamatokban az optimális megoldások keresését, a folytonos és nem folytonos folyamatok matematikai reprezentációjának és ezek viselkedésének főbb gondolatait, a matematikai logika következtetési technikáit, az algebra szerepét a számítógépes algoritmusok készítésében.

A hivatkozások folytathatók a fizika területéről, például az energetika, az anyagtudományok, a kémiai eljárások alapjaival, s a hatással a mai biológiára és ezen keresztül az orvostudományra. A legtöbb pályázati eljárás is ezekre a lehetséges kapcsolódásokra koncentrál, rászorítva a pályázó kutatót, hogy akár némi szélhámosságok árán is, indoklást keressen kutatási kíváncsiságának pénzalapjaihoz, sőt megélhetésének szomorú feltételeihez.

Amikor a modern világ kutatási politikáiról és perspektíváiról értekezünk, menthetetlenül szembekerülünk ezekkel a döntési problémákkal, amelyek lényegesen érintik a költségvetések döntéshozóit és a kutatók egyéni életpálya-elhatározásait.

## Mennyi legyen és lesz a kutatási ráfordítás?

A költségvetések felelősei igyekeznek statisztikákra támaszkodni. Számos tanulmány igyekszik bizonyítani, hogy a kutatásra és fejlesztésre szánt tételek mennyire korrelálnak az adott országok általános fejlődésével. Jelenleg rögzítődik egy olyan ökölszám, ami 2–3 százalékos nemzeti jövedelem százalékot tart optimálisnak. Itt ezeket a tanulmányokat és statisztikáikat nem idézzük, hiszen azok a világhálón évről évre frissítve és elemzésekkel megerősítve megtalálhatók.

Sokkal nehezebb feladat az összesítő számok tartalmának elemzése, melyik országban mit sorolnak a kutatás és a fejlesztés területére, ezeken belül is mi azok tartalma, hogyan hasonlíthatók össze a személyi költségek, a gyakorlati és az elméleti célú beruházások, az oktatás és kutatás ráfordításai, hol válik el a presztízs-beruházásnak tekintett cél az általános fejlődés feltételeinek esetleg viszont földhözragadtabb megfontolásaitól. Mindenképpen korunk újdonsága, hogy ezek a kiadások lényeges tételei a költségvetéseknek és minden valószínűség szerint ezek részaránya még növekedni fog. Már itt is kibukik az egyes országokra, régiókra vonatkoztatható minőségi különbség, mit tekintsen közössége feladatának egy, a világ szellemi és technológiai (durva különbségtétel ez is) vezető hatalma és mit egy kisebb gazdasági erejű, követő jellegű társadalom?

Csupa olyan valós kérdés, amire egyértelmű és általánosan érvényes válasz nincs, nagy szerénységet, folyamatos önkritikus magatartást sugall különösen egy olyan dolgozat keretében, amelynek feladata az lenne, hogy véleményeket formáljon a jövőt is illetően.

Ez a kötelező magatartás is vegyesen értelmezendő, hiszen éppen a jövő bizonytalansága sugallhat bátrabb gondolkodásmódot, elszakadást a megszokottól.

A következőkben néhány olyan folyamatról lesz szó, amely az én meglátásom szerint valószínű és befolyásolja a válaszokat.

## A kutatás súlya a társadalmi tevékenységben és költsége a ráfordításokban egyértelműen növekszik

A legfontosabb, annak az előbbieken impresszionisztikusan vázolt alakulásnak az előre vetítése, amely a kutatás technikai feltételeinek további szerepéről szól és ezzel szoros kapcsolatban a kutatás fokozódó költségigényéről és függőségéről a társadalmi fontosság érzeteiben.

Vitatható, de lényeges tézis, hogy mindazt, amit egyszerű eszközökkel fel lehetett fedezni, azt a jelenkorig a tudomány feltárta. Ez egy valószínűségi állítás, amit nem cáfolhat meg egy-egy esetleg meglepő, a későbbiekben kézenfekvőnek tűnő eredmény. A valószínűséget erősíti a tudománnyal és általában az innovációval foglalkozóknak mára már milliós tömege és képességeik, felkészültségük, érdekeltységük kiemelt volta, ami e tömeg eredményességét az ember-milliárdok egészében hatalmasan erősíti.

Egy másik erősítő aspektus a feltárandók bonyolultságának növekedése, a kutatásokkal elért összefüggés-mélységek. Ezt a legegyszerűbben mutatják a közvetlen érzékeléseket tizenöt-húsz nagyságrenddel felül- és alulmúló mérési tartományok. Ezek a mérési tartományok egyben hasonló nagyságrendű kapcsolat-lehetőségeket tárnak fel a tudomány által megfogalmazható összefüggések számára. A Thomas Mann-i megfogalmazást parafrázálva mondhatjuk, hogy mélységesen mély a jelenségek kútja, sőt a mélység mellett a magasságot is csodálhatjuk.

A kutatás metaforáját folytatva, nemcsak a technikai feltételek költségei mutatnak viszonylag gyorsan emelkedő pályát, de a kutatások szükséges vagy legalábbis ajánlatos száma is. A kutatás iparrá vált és válik egyre inkább, a feladatok és az eszközök bonyolultságának növekedésével egyre felkészültebb, de tömegében már nem az eredeti tudósidealra hasonlító jelleggel. Erre a problémára még visszatérünk, amikor a jövő emberének feladatairól gondolkodunk.

A tudomány így, a jelenleg már jól kitapintható módon, egyre inkább a társadalom alapfeladatai közé növekszik, szemben azokkal a korokkal, amikor a tudomány egyes elkötelezett szenvedélyű emberek és mecénásaik kedvtelése volt. Az alapfeladathoz kötődik a szükségesség társadalmi tudata, ennek a tudatnak a nevelése és terjesztése, a társadalom és a tudomány kapcsolódásának szolgáltató ipara. A társadalom munkamegosztásának már ma is hatalmas részaránya a magyarázó médiumok, a kutatási eszközök fejlesztésének és kiszolgálásának ipara. Az innovációs lánc jogi, közigazgatási apparátusa mind ide tartozik és mindez újdonság a korábbi évszázadok világáival szemben.

A tömegesedés és költségnövekedés, technológiafüggés nem mond ellent annak, a tudományban hagyományosan gyökerező jelenségnek, hogy a kutatás szakaszában megjelennek azok a kivételes tehetségek, akik az addigi eredmények alapján nagy kitekintésű összegezésekre, távlatbecslésekre képesek, hiszen az egész műveltetnek ezek a megújuló, perspektívákat nyitó víziók adnak értelmet. A mélységek és magasságok elérésének folyamán ezt hangsúlyoznunk kell, erről tanúskodik az egész tudománytörténet és azok a példák, amelyekről a kutatás eszközeinek fejlődésében a nagy elméleti áttörések kapcsán (Kuhn szerint új paradigmák) szóltunk.

A tézist erősítve mondjuk ki, hogy a tudomány, a kutatás, s a szorosan ezzel összefüggő technológiai fejlődés és társadalmi innováció a maga megváltozott jellegeiben a társadalmi tevékenység egyik fő formájává válik, sőt a továbbiakban kifejtenők szerint talán a fő formává.

## Mire jó mindez? Az emberi szerep

Itt következik az alapkérdés: mire jó mindez, miért kell az emberiségnek versenyben rohannia az innovációk, a több és mélyebb ismeretek felé, főleg akkor, ha mindez az előbbieket szerint is egyre költségesebb lesz és egyre több problémát vet fel a társadalmi munka- és költségmegosztásban?



A válasz egy még több bizonytalanságot hordozó tézis, ami arról szól, hogy az emberiség egész evolúciós történetének egyik, talán legdrámaibb fordulópontját éli meg, méghozzá annak kiteljesedésében és döntő jellegében a mostani, huszonegyedik században.

A történet az emberi szerepről szól. Ez a szerep az emberiség többsége számára a kezdetektől a napi létfenntartásért folytatott küzdelem volt, amiben először a fizikai erő és ügyesség játszotta a fő szerepet, miközben a munkamegosztás alakulása során különböző ütemekben, módokon és mértékben egyre nagyobb szerep jutott a környezet mesterséges alakításának, a földműveléssel, építkezéssel és azaz a kultúrával, ami a külvilág és önmaga megismerését segítette. Ma már közhely és sok módon dokumentált tény azonban, hogy e hosszú út során, legalábbis annak utolsó évezredeiben biológiai lényünk alig változott, a jelenlegi kutatások ezt az állandóságot először 5–8000 évre vetítették vissza, ma már több szakértő ennél tízszer is hosszabb tartammal számol. Erre utaltunk a munkamegosztás kialakulásával kapcsolatban idézve néhány újabb forrást, elsősorban John Shea kutatásait (*Shea 2011, 2013*).

Gondolatmenetünk szempontjából ebben az állandóságban a legfőbb pszichológiai motivációk emelkednek ki, majdnem mai módon megfogalmazva már a görög antikvitásban. Arisztotelész a Nikomakhoszi Etikában három alapmozgatót elemez, a gyönyörre, a gazdagodásra és az elismertségre való törekvést (*Arisztotelész 1987*). Ezek a motivációk alakították és alakítják ma is tevékenységeinket egy olyan, általunk mesterségesen alakított környezetben, mint amiről szó volt ezen dolgozat elején a technológia számunkra alig nélkülözhető eredményei kapcsán. Mindez az evolúciós időmértékben számolt sok ezer éves szakaszban mérve, az ipari forradalom eredményeként igen rövid idő, legfeljebb körülbelül két évszázados.

Innen tekintve a művészet és annak reflexiója, a művészetek és általában a kultúra történelme is alig más, mint ezeknek a motivációknak a kifejeződései, méghozzá olyan módokon, amelyek a konkrétabb módszerekkel dolgozó tudományok számára elérhetetlenek, önismeretünkhöz, értékalakulásainkhoz viszont elengedhetetlenek.

A szerep a gyűjtögető-vadászó embertől az ipari forradalom sokszínű társadalmáig folyamatosan és a nagyvonalú időbeli áttekintésben gyorsuló ütemben változott és gazdagodott, mindegyik átalakulás gyötrelmes hullámokkal, a már megszokott sorsokat felülíró megpróbáltatásokkal. A legutolsó ilyen hullám a szerepeken nagyjából az elmúlt évszázadban söpört végig, ezt módosította folytatólagosan az urbanizáció, a mezőgazdasági népesség lecsökkenése a társadalom túlnyomó többségéről egy törpe kisebbségre, az ipari foglalkozások szaporodása, majd csökkenése, a szolgáltatási feladatok olyan burjánzása, ami nemcsak a népességek többségére terjedt ki, hanem megváltoztatta a korábbi munkafajták jellegét is. Ezzel a változás-történelemmel párhuzamosan csökkent a fizikai erő-kifejtést igénylő szerep, megnőtt azoknak a munkafajtáknak a köre, amelyek több

figyelmet, fegyelmezettséget követeltek valamint beletörődést a megszokásokba, munkarutinokba.

Az automatizálás és az ezt mozgató információs, információfeldolgozó technikák ezeket a legutóbbi szerep-stációkat támadják meg. Létrejött egy olyan technikai alap, amely ezeket a tömeges munkafeladatokat gazdaságosabban, megbízhatóbban, pontosabban, kevesebb közvetlen társadalmi teherrel tudja végezni. Ezt a nagy átalakulást az emberi érzékelésnél kifinomultabb és célirányosabb érzékelő eszközök, robot-manipulátorok és az ezekhez fűződő új anyag- és megmunkálási technológiák jelzik. A változott viszonyok már jelen vannak az autók tömeggyártásában, egyes tömeges szerelő technikákban, de az általános és az emberi szerepekre ható forradalmuk csak a közeli jövőben, egy-két évtized távlatában, de legfeljebb a mostani század induló felét lezáró időszakig várható. Első, nagy tömegeket érintő hatásuk a strukturális munkanélküliség makacs, konjunktúráktól is kevésbé függő jelenségeiben és ezen belül is a fiatalok munkanélküliségének ijesztő arányaiban észlelhető.

A nagy változás tehát az, hogy a fizikai és az alacsony szellemi erőfeszítést igénylő, a széles tömegeket foglalkoztató és az egész civilizációs történetet végigkísérő szerepek elolvadnak; ebben a gyorsan alakuló és nagyon sok hagyományos viszonyrendszert gyökeresen átíró információs társadalomban az emberek túlnyomó többségének gyökeresen új szerepet kell keresnie. (*Vámos 2012:1–5.*)

Hivatkoztunk arra, hogy ennek is voltak előzményei, a korábbi társadalmak különféle vezető rétegeinek rengeteg szabad ideje és energiája is volt, nagyobb részben szórakozásokra (beleértve a hadviselést), kisebb részben alkotó szellemi tevékenységre. Utalhatunk nagy, hódító birodalmak kisajtott fölöslegein élő népes csoportokra, legjellemzőbben a római proletariátusra. A ma előttünk álló változás azonban alapvetően más, valami, ami pillanatnyilag még „csak” a fejlettebb világ egy-két milliárd lakosát érinti, de figyelve a technika korábban elképzelhetetlenül gyors terjedését, hamarosan, az említett időszakokon belül, eléri az emberiség többségét. A technikák terjedését a mobil információs forradalom, a társadalmi gyorsulásokat az urbanizálódás többségivé válása, a globalitást a most felemelkedő országok felzárkózása jelzi.

A társadalom mozgása az új szerepek alakítása során fejlesztette ki a fejlettebb vidékeken elhatalmasodó szolgáltatóipart és ezen belül a szórakoztatás egyre szélesebb spektrumát.

A technikai terjedés ugyanakkor egy ellenkező irányú, de gondolatmenetünkbe tartozó irányzatot is megerősített: a legfontosabb technológiák monopóliumait. Hosszú sora van azoknak a kritikus technológiáknak, amelyek elsősorban azért uralják a világgpiacot, mert fejlesztésük, kiszolgálásuk csak évi sokmilliárd dolláros ráfordítással, az ezt lehetővé tevő nemzetközi piaccal lehetséges. A repülőgépiparban, az autóiparban, a gyógyszeriparban, a vegyipar kritikus ágazataiban, az elektronika és informatika teljes területén általában tíznél kevesebb, de legfeljebb alig



több konglomerátum uralja a világot, egyben teszi lehetővé, hogy az ilyen mértékű tömegtermelés révén a civilizáció áldásai a világpiac milliárdnyi tömegfogyasztója számára is elérhetők legyenek. Ezek az óriások megdöbbentően kevés közvetlenül termelő emberrel és hatalmas kutató-fejlesztő és piaci-szolgáltató hadsereggel működnek, mintegy megvalósítva Marx zseniális jóslatát:

„De abban a mértékben, ahogy a nagyipar kifejlődik, a valóságos gazdaság megteremtése kevésbé függ a munkaidőtől és az alkalmazott munka mennyiségétől, mint azoknak a hatóerőknek a hatalmától, melyeket a munkaidő alatt mozgásba hoznak... hanem éppenséggel a tudomány általános állásától és a technológiai haladástól, ...függ... pl. a mezőgazdaság a materiális anyagszere tudományának pusztán alkalmazása lesz,...A munka többé nem a termelési folyamatba bezártként jelenik meg, mint inkább az ember őrzőként és szabályozóként viszonyul magához a termelési folyamathoz... A munkás a termelési folyamat mellé lép, ahelyett hogy fő ágense lenne. Ebben az átváltozásban nem a közvetlen munka, amelyet az ember maga végez,...hanem a saját általános termelőerejének elcsatása, az, hogy megérti a természetet és uralkodik felette...egyszóval a társadalmi egyén kifejlődése az, ami a termelés és a gazdaság nagy alappilléreként jelenik meg... A tömeg többletmunkája nem feltétele többé az általános gazdaság fejlődésének...” (Marx 1972:168–170.)

## Változó jövőképek

Ennek tehát több mint százötven éve. A racionális gondolkodás gyorsan kitermelte az ésszerűnek és valószerűnek tűnő utópiákat az irodalomban és a társadalmi jövőképekben. Jellegetes, hogy bár a reményekkel teljes utópiák voltak többségben, megjelentek a rémképek is, méghozzá irodalomban és filozófiákban, amik fokozatosan váltották a pozitív fantázia arányait. Az utópiákba mutató jövőképeket követték a huszadik század kataklizmái, bennük az utópista társadalomképek torzszülöttjei. Az emberiség alkalmatlannak bizonyult saját ideálképeinek megvalósítására, és ebben, hipotézisünk szerint az az ellentét játszotta a főszerepet, ami az evolúciós fajfejlődés és a végtelennek tűnő mesterséges világteremtés lehetősége és a megalkotás meggyőzőnek tűnő tényei között működik. Ez a vélemény sokfajta megfogalmazásban és következtetéssel vált általánossá.

Már 1930-ban, a huszadik század borzalmainak teljes feltárulása előtt írta Freud: „Számomra az emberi faj létkérdésének tűnik, hogy vajon és milyen mértékben sikerül kulturális fejlődésének úrrá lenni az emberi agresszív és önpusztító ösztönöknek az együttélésben okozott zavarán. Ebben a vonatkozásban talán éppen a jelen érdemel különleges figyelmet. Az emberek a természeti erők fölötti uralmukban odáig jutottak, hogy segítségükkel könnyű egymást az utolsó emberig kiirtaniuk. Innen származik jó része jelenlegi nyugtalanságunknak, boldogtalanságunknak, szorongó hangulatunknak.” (Freud 1992:111.)

Az utópiákban gyökerező gondolkodástól a mai racionalista elme elrémül, a történelmi analógiák idézésében legnagyobb óvatosságra saját, megélt korának váratlan fordulatai parancsolnak visszakozásokat. Már a pillanatnyi jelen diagnózisai is kételyekkel vannak tele, így tekintünk bizonytalanul a gyönyörű eszmékkel indult Európai Unió vajúdasaira, a mai technológiai forradalom idején kialakult makacs gazdasági válságokra és a demokrácia győzelmétől hetekig, vagy legfeljebb hónapokig délibábos észak-afrikai, közel-keleti politikai tavaszra.

Az utópiáknak részben utópisztikus változata a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos elméletek, modellek, követelmények széles választéka. Kemény realitások és a már idézett Rousseau-i visszaálmódások keverednek nehezen eldönthetően. Állnak előttünk olyan döntéskényszerek, amelyek közvetlen, jelenlévő bizonytalanságokra követelik az egyértelműbb válaszokat. Jellegzetes példánk az energetika, de nem áll ettől messze a génmódosítás dilemmája.

Az a fordulat, amiről itt szó volt, annyira realitás, amennyire egy, az egyes ember életében sem túlságosan hosszú folyamat előrelátása lehet, sőt szükséges. Mindaz, ami hatalmas néptömegeket érint, és társadalmi robbanóanyagot jelez egy amúgy is bizonytalan politikai világban. A foglalkozások és szabad időtöltési változatok óriási sokszínűségében ennek a néptömegnek a kavarodása beláthatatlan következményű, gondoljunk csak a nem túl távoli idők háborús „megoldásaira”, a megváltóként fellépő népbolondítók demagógiáinak katasztrófális „sikereire”, széles társadalmak kiábrándultságának szellemi nyomoraira.

Vannak ennek a hosszú, epigenetikus, azaz az evolúciós biológia inerciáján túllepő folyamatnak biztató jelzői is. Ezek azok a vizsgálati eredmények, amelyek az agresszív magatartásoknak, a bűnözéseknek a hosszú távú csökkenését bizonyítják, kezdve a legközelebbi rokonfajták szociális reakcióin és bevégezve az utolsó évtizedek bűnözési statisztikáival (*Pinker 2011; Keeley 1996; Lawler 2012:829–830, 832–833; Daly & Wilson 1989*).

## Az ember mint fő kutatási probléma

Minden, az ebben a dolgozatban is szereplő kétely arra utal, hogy tudományunk a legkevesebbet tud magáról az emberről, az embert befolyásoló epigenetikáról, a korábbi világokat meghatározó és mozgató motivációk arányainak, jellegeinek módosíthatóságáról.

Ezzel érkezünk meg mostani századunk tudományának legnagyobb kihívásához. Sokfajta felismerése már köztünk működik, többek között azok az erőfeszítések, amelyek az agy, a neurológiai rendszer viselkedését vizsgálják, lehetőség szerint összekapcsolva az információs technológiák hatalmas, új szimulációs és in vivo vizsgálati módszereivel. Ebben a látványban is idézhetjük Marxot: „A természettudomány később éppúgy be fogja sorolni maga alá az emberről szóló tudo-

mányt, mint az emberről szóló tudomány a természettudományt: egy tudomány lesz.” (Marx 1977:75.)

Így vagy úgy, ez is kiderülhet magának a tudományos feladatnak a megoldása során. Lényeges integrációk várhatók és szükségesek az elengedhetetlen részmunkák tömege alapján. Ez a munkatömeg már ma is a felkészült, de nem a korábbi zseni-tudós ideálhoz hasonló szakemberek nagy seregeit várja, hiszen a munka legnagyobb része kísérleti jellegű.

A kísérleti jelleget elméleti és kísérleti alapon egyaránt bizonyíthatjuk. Az individuális ember egyedisége, genetikai adottságai, személyes körülményei, szociológiai, kulturális viszonyai, élet- és történelmi kora mind olyan fokú bonyolultságot hoznak létre, aminek uniformizált lehetősége matematikailag is kizárt. A gyakorlatban minden olyan kísérlet megbukott, amely az emberek alakítását, bármilyen szép elvek alapján igyekezett megoldani. A legfőbb recept, hogy nincs egységes recept, ez ma már az individuális gyógyászatban is elfogadott. A sok-jellemzős értékelések gyorsan terjedő gyakorlata a korábbi, főleg az egy főre eső nemzeti jövedelmekkel és bruttó termelési mutatókkal szemben, tanúskodik a monolitikus szemléletekkel szakító nézetvilágról. A *Stiglitz-jelentés (2009)* a társadalmi viszonyok sokarcúságáról, a Human Development Index, a társadalmi szakadékot tükröző GINI index, mind ennek a belátásnak a mutatója. Ide sorolhatjuk azokat a boldogság-megelégedettség kutatásokat is, amelyek új, komplex módon keresik a különböző társadalmpolitikai törekvéseknek az „itt és most” tükeit (*Kahneman, Krueger, Schkade, Schwarz & Stone 2006; Easterlin 2003; Scitovsky 1976*).

A program nem új. A gondolkodás az emberiség és az egyén céljairól, boldogságáról, elégedettségéről végigkíséri egész történelmünket. *Az okos dolgokat mind kigondolták rég, nekünk ezeket épp csak meg kell próbálnunk újragondolni*, írta erről Goethe (1983). Az arisztotelészi etika Platónnal szemben állítja, hogy az ember nem egységes adottságú és nem is szabad az egységességre törekedni, hanem azt kell kutatni, hogy mik az adottságokban a megfelelő, jó lehetőségek. Az új a minden korban újra adott feladat, és korunkban annak a tudományos eszközkincsnek, ismeretanyagának és lehetőségeknek az integrálása, amivel új módokon rendelkezünk.

Biológusok, orvosok, pszichológusok, pedagógusok, informatikusok, statisztikusok, történészek és művészettörténészek, antropológusok és paleontológusok, az érzékelési és egyéb kritikus technológiák szakembereinek milliói számára ez a feladat a legfőbb kihívás, olyan feladatnak a lépésenkénti közelítése, amelynek végső, megváltó jellegű megoldására remény sem lehet, de az előrehaladás lehetőséges voltát az emberiség és tudományának, értelmének eddigi útja is bizonyítja. Ez lehet szerény válaszuk a század tudományos feladatairól szóló felhívásra és az ember új szerepeire az információs társadalomban.

## IRODALOM

- ARISZTOTELÉSZ (1987) *Nikomakhoszi Etika*. [Ford.: Szabó Miklós.] Budapest, Európa. (Bekker-féle oldalszámok: 1095b, 1096a)
- BALTER, MICHAEL (2013) Archeologist hammers away at “modern” behavior. *Science*, Vol. 339. pp. 642–643.
- DALTON, HUGH (1921) Measurement of the inequality of incomes. *Economic Journal*, Vol. 31. pp. 124–126.
- DALY, MARTIN & WILSON, MARGO (1989) Homicide and Cultural Evolution. *Ethology and Sociobiology*, Vol. 10. pp. 99–110.
- EASTERLIN, RICHARD (2003) *Building a better theory of well-being*. Discussion paper, No. 742, Bonn, IZA.
- FREUD, SIEGMUND (1992) *Rossz közérzet a kultúrában*. [Ford.: Linczenyi Adorján.] Budapest, Kossuth.
- GOETHE, JOHANN WOLFGANG (1983) *Wilhelm Meistervándorévei*. [Ford.: Tandori Dezső.] Budapest, Európa.
- HUMAN DEVELOPMENT REPORT (1990–2013) *United Nations Development Programme (UNDP)*. New York.
- KAHNEMAN, KRUEGER, SCHKADE, SCHWARZ & STONE (2006) Would you be happier if you were richer? A focusing Illusion. *Science*, Vol. 312. pp. 1908–1910.
- KEELEY, LAWRENCE H. (1996) *War before civilization: the myth of the peaceful savage*. New York-Oxford, Oxford University Press.
- LAWLER, A. (2012a) The battle over violence. *Science*, Vol. 336. pp. 829–830.
- LAWLER, A. (2012b) Civilization’s double-edged sword. *Science*, Vol. 336. pp. 832–833.
- MARX KÁROLY (1972) *A politikai gazdaságtan bírálatának alapvonalai – nyersfogalmazvány, 1857–58*. Budapest, Kossuth.
- MARX KÁROLY (1977) *Gazdasági-filozófiai kéziratok 1844-ből*. Budapest, Kossuth.
- PINKER, STEVEN (2011) *The Better Angels of Our Nature*. New York, Viking.
- SCITOVSKY, TIBOR (1976) *The joyless Economy*. Oxford, Oxford University Press.
- SEN, AMARTYA KUMAR (1997) *On Economic Inequality*. Oxford, Oxford University Press. (Enlarged Edition with a substantial annexe with James Foster.)
- SHEA, JOHN J. (2011) Refuting a Myth about Human Origins. *Scientific American*, Vol. 99., No. 2. pp. 128–135.
- SHEA, JOHN J. (2013) *Stone Tools in the Paleolithic and Neolithic Near East: A Guide*. Cambridge, Cambridge University Press.
- STIGLITZ-JELENTÉS (2009) [Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress](#).
- VÁMOS, TIBOR (2012) The human role in the age of information. In: L. STAPLETON (ed) *Proc. IFAC-SWIIS*. Waterford/Ireland, pp. 1–5.