

Milyen kutatásra van szükség?*

Amikor súlyos gondokkal kell szembenéznie a társadalomnak, vagy sürgető problémákkal kell megbirkózni (munkanélküliség, költségvetési hiány, esetleg szegénység és éhínség), mindig felmerül a kérdés: miért kell a társadalomnak a tudományt támogatnia, ha pedig igen, akkor mennyi és miféle tudományra van szükség?

Három alapvető érvet lehet felsorakoztatni annak indokolására, hogy a társadalomnak miért van szüksége a tudományra:

- a tudomány az emberi kultúra része, világképünk kialakításában meghatározó szerepe van („Weltbild”);

- a ma kutatása a holnap technológiája;

- a tudomány a nemzetközi együttműködés elősegítésének fontos eleme. Az első érvet csak röviden tárgyaljuk, a harmadikat pedig egyáltalán nem.¹ A következőkben tudományon természettudományt értünk, és a fizikát mint közülük a legalapvetőbbet (abban az értelemben, hogy más természettudományok számára alapvető fogalmakat és eszközöket szolgáltat), gyakran fogjuk példaként felhasználni.

A tudomány az emberi kultúra része

Rendszerint csak az irodalmat, zenét, filozófiát és más „humán” tevékenységet szokás a kultúra részének tekinteni. Azonban a tudomány, és azon belül különösképp a fizika is, rendkívül fontos része az emberi kultúrának, egy olyan tény, amelyet a tár-

sadalom nem értékel kellőképpen. A tudomány próbál meg választ keresni olyan alapvető kérdésekre, amelyek évezredek óta foglalkoztatták az embereket: mi az anyag, mi a világmindenség eredete és jövője, mi az élet és mi a tudat?

Miért létezik rend a természetben, miért nem káosz uralkodik? Magát a tényt ugyan természetesnek vesszük, de egyáltalán nem olyan magától értetődő, amint az a régi görögök, vagy Galilei és Newton tanítása nyomán látszik. Amikor a portugál szerzetesek először eljutottak Kínába, és elmondták a kínaiaknak, hogy léteznek természeti törvények, kinevezték őket: „*Ha vannak törvények, akkor kell uralkodónak is léteznie, aki ezeket a törvényeket hozza és megbünteti mindazokat, akik nem engedelmeskednek nekik. Hol van ez az uralkodó a természetben?*” Ez is jelzi, hogy a természeti törvény fogalma nem triviális, sőt sok más kultúrában nem is létezik.

Hol van az emberiség helye a Világegyetemben? A természetről alkotott képünk a matematika és fizika racionális gondolkodásmódján alapul. Kopernikusz eredményeiből tudtuk meg, hogy nem a Föld a Világegyetem középpontja, csupán egyike a sok bolygónak, és hogy naprendszerünk is csak egy a sok közül. Hogy létezik-e élet más bolygókon is, egyike a legizgalmasabb kérdéseknek, amelyet az asztrofizika kutat. A részecskefizika és kozmológia eredményeinek összekapcsolása nemrég egy újabb kopernikuszi méretű forradalmat eredményezett, mert megtudhattuk, hogy a bennünket felépítő anyag a világmindenség összes anyagának mindössze tíz százalékát teszi

* Herwig Schopper (jelenleg Hamburgi egyetem, korábban a CERN főigazgatója) a Magyar Tudományos Akadémián 1998. június 8-án tartott előadásának rövidített változata.

ki! Valójában az anyagi világról alkotott képünk nagyrészt a fizikán, a Darwin-féle evolúcióelméleten, a DNS felfedezése következtében a génekről és az élet kialakulásáról szerzett ismereteinken alapul. Az emberi agy működésére vonatkozóan ismereteink még gyerekcipőben járnak, azonban a fejlődés óriási, és el fog vezetni az emberi tudat jobb megértéséhez.

A jövő században az emberiségnek nagy kihívásokkal kell szembenéznie. A világ népességének többsége már a Távols-Keleten él, és a fejlődő országok iparosodásával a fogyasztás, a termelés és a piac nyugatról keletre fog fokozatosan áttevődni. Ázsiában a várható GDP mennyisége meg fogja haladni Európa és az Egyesült Államok együttes értékét. Drámai változásokat lehet észlelni a munkaerő mozgásában is. A múlt században a népesség többsége a mezőgazdaságban dolgozott, az iparosítás azonban a munkaerőt a termelésbe csoportosította át. Mindazonáltal ez a folyamat a legfejlettebb országokban már túljutott a csúcsponton, és csökkenés következett be. Létesülnek ugyan még új munkahelyek a szolgáltatásokban (egészségügy, bankok, javítás, szórakoztatóipar stb.), azonban a jövő az informatikáé. Ezek a változások, amelyek a fejlett ipari országokban már eléggé előrehaladott állapotban vannak, egyre több országot érnek el és végül eljutnak a fejletlen országokba is. Nem lehet és erkölcsileg is elfogadhatatlan lesz a szegény országoktól megvonni annak lehetőségét, hogy ugyanolyan életszínvonalra törekedjenek, mint amilyenrel most a gazdag országok rendelkeznek. Ezt a fejlődést erősen befolyásolja a piacok és a verseny globalizációja. Érdekes megjegyezni, hogy kapcsolat van az új technológiák bevezetésének időskálája és a munkanélküliség megjelenése között. Az elektroncsövek alkalmazásáról a tranzistorokra való áttérés például 10 évet vett igénybe. Hasonló idő alatt Japán átvette az Egyesült Államoktól a DRAM (dynamic random access memory) memória chip piacot. Az OECD-országokban pedig ugyancsak ennyi idő alatt növekedett meg drámaian a munkanélküliség. Ezeknek az új kihívásoknak megfelelni és a kialakult helyzetet kézben tartani csak a tudományos fejlődés további támogatásával lehet. Az a körülmény, hogy a mai fejlett ipari társadalmakban van elegendő táplálék, lakás és energia, valamint

a rabszolgaságot meg lehetett szüntetni, mindenekelőtt a tudományos eredményekre alapozott műszaki fejlődésnek volt köszönhető.

Werner von Siemens már 1883-ban kijelentette: „A műszaki fejlődésnek mindig a tudományos kutatás adja meg a biztos alapot, és egy ország ipara soha nem érhet el nemzetközileg vezető szerepet, illetve azt megtartani sem képes, ha egyúttal az nem foglal el hasonló vezető helyet a tudományos fejlődés élvonalában. Az ipar fejlesztésének ez a legbiztosabb módja.”

Manapság a politikusok hasonló kijelentéseket tesznek a különféle találkozók, gyűléseken és ünnepeken, azonban az életben a helyzet egészen más. A politikusokat a rövid távú problémák foglalkoztatják, az ipar pedig a részvényesek érdekét tekinti a fő kritériumnak. Következésképpen a tudományos és műszaki fejlődés fogalma megváltozott és fontossága háttérbe szorult. A legtöbb európai országban a tudománypolitika egyre több gondot fordít arra, hogy a tudományt a prosperitás és az anyagi gazdagság növelésének szolgálatába állítsa, ezért a kutatási támogatások forrásainak elosztásában a játékszabályok megváltozóban vannak.

Kétségtelen, hogy az alap kutatás és a technológia viszonya bonyolultabbá vált. Manapság a kutatótól a termelésig vezető átmenetet a következők jellemzik:

- az új termékek gyakrabban követik egymást, ezért a kutatási eredményeknek rövidebb idő alatt kell beépülniük az innovációs folyamatba,
- a globális technológiai piacon egyre csökken a kereslet új technológiák iránt, és azt jól képzett munkaerővel rendelkező fejlődő nemzetek is képesek kielégíteni,
- a technológia szolgáltatójának alkalmazkodnia kell a megrendelő kívánságaihoz, mind hardver, mind pedig szoftver tekintetében,
- a piaci jelenlétet a szolgáltató szektor szabja meg. A nyereséget egyre inkább a működtetés, karbantartás és egyéb szolgáltatások bevételei, nem pedig a csúcstechnológián alapuló termékek előállításához hozza.

A létező technológiák még lehetővé tesznek bizonyos termékfejlesztést, amelynek lényeges előnye, hogy előre látható és tervezhető. Ezért a nyugati iparok eddig és még ma is inkább a biztonsági stratégiát

részesítik előnyben, és a létező technológiákat preferálják a bátrabb és hosszú távú fejlesztéssel szemben. Ennek a stratégiának számos negatív következménye van, például

- az alapkutatás elhanyagolása az iparban,
- az alkalmazott kutatásban rövid távú haszon megkövetelése,
- az ipar csökkenő hajlandósága az egyetemekkel való együttműködésre,
- a kutatási pályázatoknak a létező technológiák használatára kell alapozniuk,
- a fő követelmény a rövid távú haszon, a hosszú távú tervezés pedig háttérbe szorul.

Amint az az alábbiakban kiderül, a Táv-Keleten teljesen más a mentalitás.

Tudomány és a holnap technológiája

Az alapkutatás többféle módon is szolgálhatja a technológiát. Új jelenségek felfedezése (például elektromosság, elektromágneses hullámok, röntgensugarak, atomok, szupravezetés, radioaktivitás, lézer, maghasadás és magfúzió) a technológiában minőségi ugrásokat eredményez. Az ilyen felfedezések ritkák, de ha megtörténnek, teljesen átalakíthatják a társadalom mindennapi életét, előre nem jósolhatók meg és nem tervezhetők. A felfedezés és a piaci megjelenés között eltelt idő széles skálán mozog, amely néhány évtől néhány évtizedig terjedhet.

Az alapkutatás néha nem szenzációs felfedezésekkel, hanem a látszólag unalmas aprómunka sok kis lépésével is fejlődhet, amely az ismert határát kitolja az ismeretlen felé (hasonlóan ahhoz, ahogyan egy szép nyári napon az égbolton a felhőkre tekintve pillanatnyi változások nem észlelhetők, azonban néhány perc alatt az égbolt teljesen megváltozhat). Ebben az esetben a felhalmozott részletes adatok birtokában, különböző szempontokat összevetve történik a konkrét problémák vizsgálata. Ilyen tanulmányok esetenként az addigi ismereteken túlmutató, teljesen új alkalmazásokhoz is vezethetnek. A célorientált kutatások kiemelkedő példája lehet a tranzistor feltalálása.

Az alapkutatások mellékeredménye lehet még a laboratóriumi technika kiterjesztése ipari méretekre. Az alapkutatás számára laboratóriumi skálán létrehozott eszközök olyan műszaki termékké válnak, amelyek új piaci igényeket keltenek. Erre jó példa a szupravezető mágnes, a részecske-detektor vagy az ultravákuum-technika.

Az alapkutatás számára kifejlesztett berendezések és kísérleti technika alkalmazása sokszor rendkívül hasznos az ipar különböző területein, az orvostudományban vagy éppen a banki szférában. Az ismeretlen kutatása megköveteli, hogy érzelésünk határait műszerekkel terjesszük ki. A laboratóriumi célokra kifejlesztett műszerek gyakran érdekes alkalmazásokat tesznek lehetővé. A magfizikai és részecskefizikai kutatások céljaira épített gyorsítóberendezések az iparban és az orvostudományban alkalmazhatók, a részecske tárológyűrűk képezik a növekvő számú szinkrotron sugárforrás alapját, a pásztázó elektronmikroszkóp egyre inkább termelő berendezéssé válik, a részecskefizika céljaira épített detektorok nemcsak az orvostudományban találnak alkalmazást, hanem teherautók vámvizsgálatánál is alkalmazhatók, a magfizikai detektorokban használt fényvezetők az adatátviteli technika alapjává váltak a szál-optikák fejlesztésében és a roncsolásmentes sebészeti beavatkozásoknál stb. Az elektron–pozitron annihiláció jelensége nemcsak anyagvizsgálatra használható, hanem az orvostudományban a PET (pozitron emissziós tomográfia) hatékony leképező módszerre vált.

Az alapkutatás, különösen a részecskefizika és asztrofizika területén, óriási mennyiségű adat begyűjtését és elemzését kívánja meg (egy nagyenergiás részecskefizikai kísérletnél az adatáramlás összemérhető Európa teljes telefonforgalmával). A bonyolult detektorok által szolgáltatott nyers adatokból a fizikai információ kihámozásához bonyolult modellezésre van szükség. Érdektelen események milliárdjai közül kell kiszűrni azt a néhány ritka eseményt, amely fontos információt hordoz. Az ilyen célokra kifejlesztett módszerekről kiderült, hogy nemcsak más technológiáknál alkalmazhatók, hanem a környezetvédelemben és a banki szférában is. A kutatások egy jelentős „mellékeredménye” a CERN-ben kifejlesztett világháló (World Wide Web), amely eredetileg a nagyenergiás fizikai közösség igényeit volt hivatott kielégíteni, de forradalmasította a számítógépes hálózatok közötti kommunikációt.

A fentiek általánosságban illusztrálták a tudomány fontosságát a technológiák fejlesztésében. Gyakran hallani azt a kijelentést, hogy századunk a fizika százada

volt, míg a jövő század a biológia és biotechnológia évszázada lesz. Az élettudományok fontossága kétségtelenül növekedni fog, de a fizika továbbra is nagy érték marad a társadalom számára. Mivel fizikus vagyok, szeretnék néhány konkrét példát felhozni az alap kutatás és technológia szoros kapcsolatára és néhány megjegyzést tenni a fizika jövőjére vonatkozóan.

A fizika kultúránk része

A természetről kialakított képünk a matematika és fizika racionális gondolkodásmódjára alapoz. Az anyagi világról kialakított fogalmaink valóban nagyrészt a fizikának köszönhetők. A fizika, amely egyaránt kutatta a végtelenül kicsi (részecskefizika) és a végtelenül nagy (asztrófizika), valamint a rendkívül bonyolult világot, továbbra is segítségünkre lesz a természet megértésében és az ember helyének megtalálásában, ennél fogva kultúránk lényeges része marad.

A fizikának az elmúlt századok során végbement fejlődése segített abban, hogy megszabaduljunk a babonáktól — így ma már nem hisszük azt, hogy a villámok dühös istenek művei, vagy imádkozással esőt lehet előidézni. Mindazonáltal előttünk áll még a gigantikus feladat, hogy a közvéleménnyel megismertessük a tudományos módszer és a tudományos igazság alapelveit. Csak akkor fogják ugyanis az asztrológia tudománytalanságát általánosan elfogadni és vesztik el a horoszkópok vonzerejét a média számára. Ha csak annyi időt és teret szentelnének a tudománynak, amennyit az áltudományok kapnak, már óriási lenne a nyereség. A fizika tanítása és eredményeinek ismertetése az oktatás minden szintjén tehát a jövőben is óriási feladat marad.

A fizika vége?

A fizika századunkban tapasztalt lélegzetelállító fejlődése nyomán többen úgy gondolják, hogy a természet összes titkáról fellebbentették a fátylat, és már nincs mit felfedezni. A fizika végének meghirdetése azonban egyáltalán nem új. *Michelson* már 1884-ben kijelentette, hogy a fizikának vége, és a fizikusoknak már nincs más dolguk, mint a természeti állandókat hét tizedesjegy pontossággal megmérni. Furcsa módon azonban éppen *Michelson* nagy pontosságú mérése képezte a relativitáselmélet kiindulópontját, és nyitott új távlatokat egy

új fizikáról. *Max Planck*ot tanára, *Jolly*, eltanácsolta a fizikától. E tanács akkoriban helyesnek látszó érveken alapult, mivel a Maxwell-egyenletek és a termodinamika törvényei minden ismert jelenséget magyaráztak. Az elképzelés azonban állandóan visszatér, és ma is vannak emberek, akik hasonlóan vélekednek. *Steven Hawking*, az ismert fizikus is úgy gondolja, hogy a fizikának vége, hiszen az ő egyenletei mindent leírnak. Az elméleti fizikusok néha túlságosan lelkesednek saját munkájukért és hajlamosak kissé túlzott következtetések levonására. A természet felfedezése nem hasonlítható egy festmény leleplezéséhez. Az emberi értelem és kreativitás továbbra is folytatja a természet új területeinek feltárását. A természet tele van meglepetésekkel, és még sok felfedezni való létezik. Természetesen nem zárható ki annak lehetősége, hogy a társadalom elveszti érdeklődését iránta, de ennek jelei még nem tapasztalhatók. A fizika, mint a múltban, a jövőben is nélkülözhetetlen alapja lesz az új technológiák kifejlesztésének, így szükségképpen a gazdasági növekedésnek is.

A ma fizikája a holnap technológiája

A klasszikus fizika az emberi léptékű jelenségeket tanulmányozta, a centiméter—méter dimenziókban. Később aztán behatolt egyrészt a nagyobb méretekkel jellemzett makrokozmoszba, valamint a skála másik részén a kis méretek tartományába, a mikrokozmoszba is. Sok modern technológia a klasszikus fizika gyermeke (gőzgép, fényképezőgép, televízió, rádió stb.). Amikor az atomot felfedezték, megértéséhez feltalálták a kvantummechanikát, ennek következtében aztán a félvezetők, neonlámpák, szupravezetés, számítógépek is mindennapi életünk részévé váltak. A mikrokozmoszba tett következő lépést az atommag felfedezése jelentette, ennek eredménye lett a radioaktivitás, *Einstein* híres egyenlete az energia és tömeg kapcsolatáról, a maghasadás, atomreaktorok, a fúzió és az atombomba. Továbbá az izotóptechnika vagy a mag mágneses rezonanciális leképezése is értékes eszköze lett az iparnak, az orvosi diagnosztikának és a terápiának. A következő szint a protonok, neutronok és más részecskék felfedezése, amelynek máris megvannak a gyakorlati alkalmazásai, az utolsó lépés ebben a sorban pedig jelenleg a kvarkok és

leptonok mint az anyag alapvető építőkövei létezésének felismerése. Hasonlóan elemezhetők a makrokozmosz feltárásában tett fokozatos lépések, erre azonban itt nincs mód.

Hosszú távú K+F stratégiára van szükség

Csak néhány önkényesen válogatott érvet állt módomban ismertetni arra vonatkozóan, hogy milyen óriási hasznot húzhat a technológia és a gazdaság az alapkutatásokból. A lehetőségek teljes kiaknázására hosszú távú tudománypolitikára van szükség, amelyet nem olyan követelmények szabályoznak, mint az „anyag jólét” vagy „a részvényesek érdeke”. Sajnos a legtöbb európai országban rövid távú sikereket várnak, amelyeket a munkanélküliséggel vagy a cégek tönkremenésével támasztanak alá. Mindazonáltal, virágzó ipar és a magas élet színvonal fenntartása céljából a kormánynak és az iparnak egyaránt hosszú távú érdekeket is figyelembe kell vennie, és hatékonyan támogatnia kell mind az alap-, mind pedig az alkalmazott kutatásokat.

Európa bizonyos részein a jövő technológiai fejlődésébe vetett bizalom alábbhagyott, főképpen a környezettel kapcsolatos problémák eredményeképpen, és a szolgáltatóipar fejlesztésében, valamint alkalmas társadalmi reformok hatásában keresik a kibontakozást. Ezek az intézkedések természetesen indokoltak lehetnek, azonban nem elegendők ahhoz, hogy Európa világméretben megtartsa a versenyképességét. Egykedvűség helyett lelkesedésre, konzervatívizmus helyett új elképzelésekre és a jövőre tekintő új mentalitásra van szükség.

A Távol-Keleten teljesen más a hozzáállás. Japánban például felismerték, hogy a létező technológiák már teljesítőképességük határára vannak és jövőbeli alkalmazásuk korlátozott. 1995 novemberében a japán parlament egy tudományos-műszaki alaptörvényt fogadott el, amely a központi kormányt, valamint a tartományok és városok vezetését arra kötelezi, hogy támogassák az alapkutatást és a műszaki fejlesztést, ösztönözzék továbbá az egyetemi kutatásokat, tartsák tiszteletben a kutatók autonómiáját. Úgy döntöttek, hogy öt év alatt megkétszerezik az egyetemeknek juttatott kutatási pénzeket, új kutatási irányzatok és elképzelések kialakítása céljából. Ezenkívül 1994–2004 között Japán több milliárd dollárt fog költeni, többségé-

ben az alapkutatások céljait szolgáló nagyberendezésekre. Ilyenek a Super-Kamio-kande (neutrínó obszervatórium), a 8 GeV energiájú Super Photon Ring (egyike a világ legnagyobb teljesítményű szinkrotron sugárforrásának), a Large Helical Device (fűziós berendezés), a KEK-B projekt (B-részecskéket előállító gyorsító [„gyár”] részecskefizikai célokra). Több más projekt is folyamatban van, mint pl. a SUBARU (8 méteres távcső Hawaii-ban), a Japán Hadron Projekt (nagy teljesítményű proton szinkrotron a KEK intézetben) és az RI nyaláb gyár a RIKEN-ben (szupravezető szinkrotron instabil részecskenyalábok előállítására).

Az átmeneti gazdasági nehézségek miatt a fenti tervek egy része késedelmet szenvedhet, ezért Japán nagyon érdeklődik a nagy világméretű együttműködésekben megvalósuló projektek iránt, például az ITER nagy fűziós berendezés vagy a részecskefizika nagy gyorsítója, a Következő Lineáris Ütköztető (Next Linear Collider, NLC).

A Távol-Keleten más országok is felismerték az alapkutatások jelentőségét, köztük Tajvan, Dél-Korea és Thaiföld. Mindhárom országban már üzemel szinkrotron sugárforrás. Bár a jelenlegi gazdasági nehézségek hatással lehetnek a Távol-Keleten az alapkutatási programokra, a kormányok és az ipar ennek ellenére ragaszkodik a hosszú távú tervezéshez és a kutatás szerepét illetően fenntartja optimizmusát.

Amikor Clinton és Gore hatalomra került az Egyesült Államokban, a technológia alkalmazásainak adták a legnagyobb prioritást, mivel úgy gondolták, hogy a tudomány már eléggé hatékony. Az elmúlt években azonban 33 tudományos szervezet együttes fellépésével sikerült meggyőzni a politikusokat arról, hogy dolgozzanak ki az alapkutatások számára is hosszú távú tudománypolitikát.

1998-ban a Kongresszus és a Szenátus elé terjesztettek egy törvényjavaslatot, amely az alapkutatás támogatásának megduplázását irányozta elő tíz év alatt. Az adminisztráció az 1999. évre gyakorlatilag a tudomány minden területén jelentős növeledést kért. A kongresszusbeli vita után a Költségvetési Törvényben egyes összegeket némileg csökkentettek, másokat megemeltek (1. táblázat). Ezek még nem a végső számok, mivel egyes speciális programokról még folynak a tárgyalások (például az USA-rész-

1. táblázat

Szervezet	1998. évi költségvetés (millió USD)	Növekedés (%)
National Science Foundation	≈ 2546	8,8
Energiaügyi Minisztérium (tudományos programok, a fúzió nélkül)	2414	10,8
NASA (alapkutatás)	≈ 2200	6,4
Védelmi Minisztérium (alapkutatás, alkalmazott kutatás)	1042 2996	6,1 5,8

vételről az ITER fúziós programban). Al Gore alelnök szerint „Amerika történetében ez volt a legnagyobb összegű támogatás polgári kutatásokra”.

Az amerikai ipar is felismerte a hosszú távú kutatások szükségességét, és szemléltetváltás következett be. Amikor a Bell Laboratories Fizikai Kutatólaboratóriumának új igazgatója, *Cherry Murray* átvette megbízását, kijelentette: „A legfontosabb dolognak azt tartom, hogy hathatósan támogassam a hosszú távú kutatásokat. A fő kihívás a 10 vagy 20 év múlva szükséges technológiák kidolgozása lesz.”

Mire van szüksége Európának?

Reménykedhetünk abban, hogy az Egyesült Államokban történt fejlemények végül elérik Európát is, bár sajnos némi késéssel. Európa továbbra is a „kiérlelt” ipari szektorra specializálódik, ahol a múltban a legjobb teljesítményt nyújtotta (a repülőiparban, vegyiparban és autóiparban), míg az elektronikában és informatikában a teljesítménye alacsony. Európa, a modern tudomány és technológia bölcsője, ma az Egyesült Államok és Japán mögött kullog, és a K+F erőfeszítések csökkenőben vannak. Bár néhány európai ország 1996-ban nemzeti jövedelmének 2,2%-át költötte kutatásra és fejlesztésre, az európai átlagot (az Európai Közösség és Európa egészének esetére) 1,8%-ra becsülik az 1993. évi 1,93%-al szemben. A megfelelő adat az USA-ban 2,2% volt, Ázsiában pedig 2,7%. Németországban 1990-ben érte el a 2,75%-os maximumot, amely az egyesítés miatt 1998-ra 2,2%-ra csökkent. A csökkenés nagymértékben az ipari kutatások támogatásának levágása miatt következett be.

Az Európai Unió is az ipari fejlesztésre helyezi a hangsúlyt, ahelyett, hogy a jövő

számára ígéretes kutatásokat támogatná. Ez az 1999–2002 közti időszakra tervezett EU5 keretprogramra is érvényes, amelyben 4,6% növekedéssel összesen 14,96 milliárd ECU összeget szándékoznak tudományos kutatásra költeni. Mindazonáltal a fő cél a kutatási eredmények társadalmi-gazdasági hatásának növelése, a munkaerőgondok csökkentése, valamint az európai versenyképesség növelése olyan ágazatokban, mint az egészségügy, közlekedés, távközlés és energiaipar. Az új területeket megnyitó és a jövő számára ígéretes kutatásokat teljesen elhanyagolják (a fúziós kutatások kivételével). Az a tény, hogy Európa vezető helyet foglal el az alapkutatás egyes területein (pl. a részecskefizikában a CERN és a hamburgi DESY), ne vezessen félre bennünket.

Ahhoz, hogy Európa teljes mértékben kihasználhassa kreatív, intellektuális és műszaki erőforrásait, olyan stratégiára van szükség mind az alap-, mind pedig az alkalmazott kutatás terén, amely nem rövid távú gazdagság elérésére, hanem új területek feltárására összpontosít, hogy megőrizze versenyképességét a távoli jövőben is.

(Fordította: Bencze Gyula)

11. például *H. Schopper*, *Völkerverbindene Grossforschung*, in: *Rückkehr in die internationale Forschergemeinschaft*, PETERSBERG, Verlag, GmbH, 1989.

Szerzők és jogok

Euroscience News, 1999. április

Lehangoló írást közöl a két éve alakult európai tudományos társaság, az *Euroscience* lapja. *Alan L. Mackay*, a londoni Birkbeck College emeritus professzora, a

Royal Society tagja a tudományos szerzők kiszolgáltatott helyzetére hívja fel a figyelmet.

Jó szimatú egykori hazánkfia, *Robert Maxwell*, a háború utáni Németországban fillérekért megszerzett egy romokban heverő tudományos kiadvállalatot. Tudta ugyanis, hogy a tudósoknak mindenáron szükségük van közlési lehetőségre, hiszen csak akkor kapja meg egy kutató felfedezésére-munkájára a hitelesség pecsétjét, ha azt a tudományos közösség is megismerheti. Az atombombával meg a hidegháborúval a tudomány egyúttal katonai jelentőségre is szert tett, amivel azután el is tűnt a tudomány háború előtti „gentleman-világa”, mivel a publikálások ellenőrzése egyúttal a tudomány ellenőrzését is jelenti. A piacra dolgozó kiadók kezdték kismémmizni az elszegényedett tudós társaságokat — írja a brit krisztallográfus professzor.

Ezzel indult be napjaink abszurd rendszere. Az állam pénzt ad a tudományos kutatásra, a kutatók végzik a munkájukat, azután tanulmányokat írnak, amelyeket „beküldenek” egy publikációs intézményhez. Ez más kutatókkal referáltatja az írást (akik ezért pénzt nem kapnak), és ha a cikk megfelelőnek találtatott, meg is jelenhet — majd akkor, amikor a publikáló jönnek látja. Ezek után a kiadó jó pénzért eladja a lapot a tudományos közösségnek. Az ár azért is magas, mert az adott szakterületen viszonylag kevés a hozzáértő és érdeklődő olvasó és az árat egyszerűen a piaci viszonyokhoz illesztik.

A szerzők viszont nem mondhatnak le a publikálásról, hiszen a karrierjük függ ettől, tehát el kell fogadniuk a megalázó feltételeket is. Így például át kell adniuk külön fizetség nélkül a szerzői jogot is. Mi több, akad olyan nagy kiadó, amely igazolást követel, miszerint a tanulmány nem tartalmaz becsületsértőt, obszcén vagy veszélyes kitételeket és megköveteli a szerzőtől, hogy biztosítsa a kiadót a jogi következményekkel szemben, amennyiben az igazolás nem lett volna helytálló. Mindezt úgy, hogy a tudományos szerzők nagy többségének fogalma sincs sajtótörvényről, szabadalmi és hasonló jogokról.

Egyébként jól mutatja, milyen jó üzlet a tudományos kiadás, amelynek hasznát a tudományos közösségből szívják ki, hogy *Maxwell* végül 446 millió angol fontért adta el a Pergamon Press néven ismertté vált kiadvállalatot.

Kétszáz éve Britanniában körülkerítették a közös földeket és megkezdődött az eredeti tőkefelhalmozás. Manapság az információt kerítik körül magántulajdonként és így is adják-veszik. Az adatbázisokat úgy foglalták el, ahogyan a területeket foglalták el a gyarmatosítás korában. Napjaink globális gazdaságában elavult a tudományos életben a szabadon megosztott információ hagyományos gyakorlata — állítja *Mackay* és hozzáteszi: „szerencsére most olyan állapotba kerültünk, amikor talán fel lehet számolni ezt a zsarnoki szituációt”.

A tudomány ugyanis feltalálta az internetet és sorra jelennek meg elektronikus újságok, amelyek egy része nincs a hagyományos kiadók markában. Elvileg bárki szerkeszthet tudományos kiadványt a személyi számítógépén. A szerzői joggal kapcsolatos gondok azonban nem tűnnek el. Egyebek között azért sem, mert a kutatóhelyek nagy nyomás alatt vannak, hogy pénzt csináljanak az általuk generált szellemi tulajdonból, tehát a szerzői jog szabad átadását igencsak ellenzik a kutatók megbízói. De a kiadók is berzenkednek. Nekik szükségük van a szerzői jogi védelemre, hiszen ők a szerkesztéssel, a referáló vélemények feldolgozásával (amit ugyan a tudományos közösség végez), és magával a publikálással hozzáadott értéket hoznak létre.

A brit tudós véleménye szerint most eljött az idő a kutatók számára, hogy visszaszerezze munkájuk gyümölcse felett a tulajdonjogot. Ehhez azonban meg kell nyerniük egyetemeik és más alkalmazóik támogatását is.

De mit tehet egy-egy kutató? — veti fel a kérdést a professzor. Szerinte támogatni kell a non-profit tudományos társaságok elektronikus és nyomtatott újságjait. Mutassák meg munkahelyükön a „szerzői jog átruházási űrlapokat” és kérjenek jogi tanácsot, hogy aláírják-e. Vessék fel a kérdést tudományos fórumokon és húzzák ki, ami nem tetszik. Gyakoroljanak nyomást a szakmai szervezeteken keresztül, hogy ugyanolyan tulajdonosi jogokat kapjanak, mint amilyenek az irodalom világában szokásosak.

A.L. *Mackay* professzornak sok tekintetben igaza van, de valószínűleg téved, amikor azt hiszi, hogy az elektronikus publikálás jobb helyzetet teremt a kutatók számára. Ugyanis ma még az interneten és

igy az elektronikus publikálásban is — Amerika meghódításának időszakára emlékeztető korban vagyunk, amikor hatalmas szűz területek álltak a bátor pionírok előtt, és mindenki annyi földet foglalhatott el, amennyit meg tudott művelni (feltéve, hogy sikerült ledőlnie az indiánokat, esetünkben például az „öslakos” hagyományos publikálókat). De amint elfogy a szabad földterület, jönnek a tulajdont védő kemény, szigorú törvények, és ebben a világban már ugyanolyan zord szabályok foglalkoznak, mint eddig, a „papír alapú” publikálásban.

Szentgyörgyi Zsuzsa

Velence veszélyben

Hidrológiai Közlöny, 1999. 3. sz.

Velence nehézségeiről szól Nagy László tanulmánya. Velence *Veneto tartomány* és *Velence körzet* fővárosa, érseki székhely. Az Adriai-tenger legbelső csücskében terül el, a szárazföldtől 4 km távolságban, a Velencei-lagúna (*Laguna Veneta*) 55 km hosszú és legszélesebb szakaszán, 12 km széles zárt tengerrészen, amelyet homokdűnék (lidók) választanak el a nyílt tengertől. A Lagúnán mintegy 150 kisebb-nagyobb sziget található.

Velence a Föld egyik legnagyobb kulturális központja, amely a VII. század óta folyamatosan fejlődött. Fejlődésénél fontos szempont volt a védettség a szárazföldi ellenségektől. Amíg régen a Lagúna védett kikötőt biztosított, ez manapság több nehézség okaként jelentkezik. Az egyik legismertebb kezelendő feladat az *árvíz*, amely a város több pontján jelent veszélyt.

Számos megoldás született az árvízzel való megbirkózásra, amelyek közül a legismertebb a Lagúna három bejáratára elképzelt változtatható magasságú kapu (*Mózes-terv*). Ezt az elképzélést vállalkozók egy csoportja (*Venezia Nuova — Új Velence konzorcium*) javasolta az 1966. évi, az eddigi legsúlyosabb ismert árvíz után. A terv szerint 20 m magas, 30 m széles, és egyenként 300 tonna súlyú mozgatható acél táblából 79-et építenének be a Lagúnát a tengertől elzáró három kapuba. Ha a vízjelző szolgálat 1,0 m, vagy nagyobb dagályt jelez, a fekvő zsiliptáblákból a vizet levegővel kipréselik, és azokat egyik alsó élük mentén elfordítva

felállítják, és elzárják az utat a nagyvíz elől. Elkészült a kiviteli terv, megépítették a mozgatható kapuk egy mintadarabját (megtekinthető a Lagúnán városi vízbuszról — a *vaporettóról*), és ellenőrző méréseket végeztek rajta. De nincs döntés még a megvalósításáról, annak ellenére, hogy az aggodás az előző 10 évben folyamatosan nőtt a városban a várható árvíz és a tengervízszint emelkedése miatt. A jelenlegi halogató oka a politikai bizalmatlanság és a pénzügyi forráshiány. Így merült fel a kérdés, hogy a mozgatható kapus kialakítás valóban az egyetlen korrekt megoldás-e. Velence többször szenvedett az árviztől, de a helyzet súlyosabbá vált, és úgy tűnik, tovább romlik. 1990-re az 1966. évihez hasonló nagy árvíz becsült valószínűsége több mint négyszeresére nőtt.

A súlyos árvizek számának növekedését befolyásolja a terepszint általános süllyedése. Velence gyengén konszolidált delta üledékre épült, ennek következtében 1900—1970 között a terepszint süllyedése 3—4 cm-t tett ki. A város vízellátását az üledék alatti vízadó rétegből oldották meg. Az eleinte pozitív kutak a vizigény növekedésével negatívvá váltak: szivattyúzásra került sor. A víznyerés e formája a *Sile aquaduct* 1975. évi megépítésével megszűnt, de addigra a vízadó réteg összenyomódását 1900-tól számítva 12 cm-re becsülik. Figyelembe véve az olasz tengerparton tapasztalt 7—8 cm-es tengervízszint-emelkedést, a város relatív süllyedése 7 évtized alatt 23 cm. Ez, összehasonlítva más tengerparti városokkal, nem sok, de Velence felbecsülhetetlen értékű. A süllyedés folyamata hirtelennek, gyorsulónak tűnik.

A normális tengerár-ingadozás 1 méteres, vagyis a magas tengervízszint fél méterrel van az átlagos tengervízszint (ATF) felett. Ez az érték jelenleg a 23 cm-es változással kb. 0,7 méterre tehető, ami már elöntést okoz a Szent Márk téren. Az 1970—1979 közötti 10 évben az elöntés 13-szor fordult elő. A városnak több mint 60%-a kerül elöntés alá az 1,50 m ATF-nél. Ekora, vagy ennél nagyobb árvíz 1951-ben, 1966-ban, 1979-ben és 1981-ben fordult elő, ami az évszázad második felében kevesebb, mint 15 éves átlagos visszatérési valószínűség. A legutolsó nagyvíz, az 1997 januári ár szintje 1,34 m ATF volt, ami a tizenhatodik legnagyobb víz a huszadik szá-

zadban (*The Venice in Peril Fund — Velence veszélyben alapítvány*, 1997).

A legborúlátóbb előrejelzés Velence területére tíz évente 5–6 cm relatív tengerszint-emelkedést jósol a következő kb. 50 évre. További veszély az Adriai-tenger északi részén folytatott szénhidrogén-termelés, amely további terepszint-süllyedést okoz. Optimistább előrejelzés 2050-ig az átlagos tengerszint-emelkedésre: 20 cm, 8–38 cm-es határok között. 100 éves előretartással ezt 49 cm-ben adták meg (20–86 cm-es határok között).

Velencében a házak és paloták alapozásának hagyományos szerkezete, hogy pillérek állnak. A pillérek fejezete az átlagos vízmagasság környékén kemény isztriai márvány, ami hagyományosan nedvességálló. Magasabb vízszintnél a márványon álló puhább és porózusabb téglákat a magas sótartalmú víz megtámadhatja és erodálhatja. A víz kapilláris úton felemelkedve a földszinti szobák falait folyamatosan nedvesen tartja.

A város az 550 km² területű jelentősen szennyezett lagúnán helyezkedik el. Velence történelmi házai a „fekete kutak” fölé épültek, amik befogadták az elfolyó szennyvizet. Bár Velence ingatlanjainak tizen-egynéhány százaléka van ellátva zárt szennyvízgyűjtő tartályokkal, a város központjának és a Lagúna többi településének nincs modern szennyvízgyűjtő rendszere és kezelő telepe. A század elejétől a Lagúna szerves anyag szennyezése megháromszorozódott. A szennyezés a nyári hónapokban éri el a maximumot, amikor az évi 12,8 millió turistának a nagy része oda látogat. Súlyos eutrofizációs folyamatot eredményez mind az emberi szennyezés, mind a vízgyűjtőből felszíni lefolyással a Lagúna vizébe kerülő tápanyag.

Amíg a tervezett három bejáratú kapu zárva van, Velencében az árvíz megakadályozható: a víz az Adriai-tengerről nem tud benyomulni a Lagúnába. A kapuk a Lagúna bevezető csatornájának medrébe lennének elhelyezve. A kapuknak mozgathatóknak kell lenniük, hogy ne akadályozzák a hajózást. A halászok szintén a Lagúna három bejáratát használják.

A kezdeti elképzelések 1981-ben azt célozták, hogy a bejáratok keresztmetszetét 35%-kal csökkentik, de az 1992-es tervben már csak 10%-os csökkentést javasoltak. A kapuk rendszere 79 mozgatható táblából

állna, teljes hosszuk 1580 m. A vízállás-különbség, amire a mozgatható táblákat tervezték, 2,0 m. A terv kivitelezésének időtartama 7 év és 1995-ös áron 6 milliárd dollárba kerülne. Az éves fenntartási költséget 2,4 millió dollárra becsülik. Ahhoz, hogy ekkora beruházás megtérüljön, az éves elérendő haszonnak 330 millió dollárnak kellene lennie. Velence árvízvédelmének „haszna” viszonylag alacsony. Az utóbbi időben a városi lakosság kárérzékenységének növekedésével és a városból történő elvándorlás hatására a károk értéke is csökkenő irányzatú. Velence polgárai évszázadok óta bizonyos mértékig alkalmazkodtak az árvízhez, pl. átjárókat létesítettek olyan síkatorok megkerülésére, amelyek rendszeresen víz alá kerülnek. Az utóbbi időben az emelkedő tengervízszint hatására felhagytak több ház földszintjének használatával.

Velencében az árvízszint viszonylag lassan emelkedik, a riasztásra van idő, a lakás- és üzlettulajdonosok értékeiket a felsőbb emeletekre menthetik. Az 1,3 m ATF-nél jelentkező károsodás visszatérési ideje 5 évre módosult. Az 1966. évi nagy árvíz, amely 1,94 m ATF szinttel jelentkezett, nagy károkat és pusztítást okozott. A legnagyobb kárt a fűtésre szolgáló tartályokból kifolyó gázolaj okozta, ami nemcsak a víz felszínén szétterülve fejtette ki ismert hatását, de a házak falain a csökkenő vízszint vastag feketé csíkot hagyott. Az 1966-os károk nem ismétlődhetnek meg, mert megszűnt a gázolajfűtés, és mert jelentős beruházások történtek a Lagúnát a tenger felé lezáró dűnék partvédelmére, a part meghágásának elkerülésére. Velence polgárai továbbra is várják a külső segítséget olyan szerkezeti módszer kidolgozására, amely biztonságot és végleges megoldást nyújt.

A nyilvánvaló megoldás a Lagúna bejáratának csaknem teljes lezárása, vagy csökkentése. Ezt a hajózás miatt lehetetlennek gondolták egészen mostanáig. A bejáratok le nem zárásának legfőbb okává a hajózás megszűnésével a Lagúna szennyezettsége válik. A Lagúna lezárása ugyanis hatástalanítja a tengeri árapályt, amely jelentős vízmennyiséget cserélne ki.

Velence lakossága a második világháború óta csökken, az 1951. évi 175 ezerrel 1993-ig 65 ezerre. Ez a csökkenés nem következménye az árvízi veszélynek, de az évi

több mint 12 millió látogatóért Velence nagy árat fizetett. A lakások olyan drágák, hogy a velenceiek alig tudják megfizetni. Ma már a legtöbb lakás tulajdonosa gazdag külföldi, aki évente alig két-három hetet tölt itt. Este a sötét ablakok jelzik a távol lévő tulajdonosokat. A költségek, hogy megakadályozzák a város további szétzilálódását, rendkívül nagyok, és fedezetük sem a városban, sem a régióban nem áll rendelkezésre.

Az elárasztott Velence jelképe nem válhat politikai döntés kritériumává. A Szent Márk tér a legnagyobb érzékenységu az árvízre (0,7 m ATF), máshol az áradás kevésbé súlyos és a kisléptékű védművek is hatékonyak lehetnek. De, ha a kisléptékű munkát átfogóan egész Velencére kiterjesztve hajtják végre (felismerve, hogy a teljes lefedés lehetetlen és fölösleges), a mozgatható kapuk és azok gazdaságossága még mellékesebb. Az évi fenntartási költség 2,4 millió USD maradna, de az árvíz által okozott kár jelentősen csökkenne a számos, kisebb árvíz által okozott gyakori sérülés megszűnésével. A helyi kisléptékű munkák segítségével az éves átlagos kár (és így a kapuk gazdasági haszna) 75%-kal, ha nem többlet csökkenthető, ez azonban további vizsgálatot igényel.

Így elemezve, a kisléptékű munkák gazdaságosabbak, mint bármely más árvíz-csökkentési eljárás, de ezeknek két nagy gyenge pontja van. Először, nem védenek a ritkább, nagyobb árvizek (1,20 m ATF) ellen. Másodsor, a tengerszint 50 éven belüli 30 cm-es relatív emelkedése a jelenlegi árvízi helyzet visszatérését, vagy még rosszabb állapotokat jelenthet. Általánosítva, a kisléptékű munkák az eddig tapasztalt árvizek 90%-ában szárazon tartják Velencét, de ha ezeket elvégezték, az árvizek nagysága a következő 50 évben várhatóan fokozatosan növekszik. Ez az eljárás az árvízi problémának csupán rövid vagy közép-távú megoldása.

A mozgatható kapuk a kisléptékű munkák nélkül csupán a nagyobb árvizek ellen védenek, mivel nem zárhatóak be olyan gyakorisággal, ahogy azt a kisebb áradások igényelnék. Mindenesetre, a tengerszint emelkedésével, 2050-re, a kapukat minimum hetente egyszer be kell zárni, sőt esetleg naponta (mert az átlagos árapálymagasság akkorra 0,80 m ATF lehet). Ez azonban a szennyezés és hajózás jelenlegi szintjén el-

képzelhetetlen. Ezért, ha most megépülnek a kapuk, és azok csak akkor fogják betölteni az elvárásokat, úgy ez ma nagyon kevésbé éri meg az árat. Ámbar, csaknem teljes védelmet nyújt Velencének.

A kapuk néhány támogatója ragaszkodhat azok megépítéséhez, de csak későbbi időpontban (pl. 50 év múlva), amikor az árvízi helyzet a tengerszint emelkedése miatt rosszabb lesz. Ha a jobban fenntartható stratégiai megoldást addigra megvalósítják, és az árvíz csökkenthető lesz a Lagúna bejáratainak szűkítésével, esetleg egy északi bejárat kialakításával, ebben az esetben valóban nem szükséges a mozgatható kapu.

Összefoglalva, ha Velence problémáinak alapvető okát nem küszöböljük ki, a kisléptékű munkák önmagukban nem lesznek elegendők közép-, illetve hosszú távon, amikor a tengervíz szintje emelkedik. Ilyen körülmények között a kapuk létesítése már csak azért sem támogatható — a kisléptékű munkákkal szemben — mert túlságosan gyakran (hetente vagy naponta) kell majd bezárni őket. Az egyetlen érv a kapuk mellett, hogy kivédi a viszonylag alacsony számú, de súlyos árvizeket (amelyek visszatérési ideje 5—10 év, vagy még több), de erre a célra aránytalanul drágák, és megépítésük esetén a Lagúna fejlődése csaknem biztosan el fog térni egy célszerű, fenntartható hosszú távú megoldástól. Más értelemben szüksége van rá a városnak rövid, illetve középtávon ahhoz, hogy fokozza Velence fejlődésének lendületét. Ha a stratégiai eljárás sikeres, és a bejáratoakat fokozatosan szűkítik, akkor a kisléptékű munkák és a fokozott rugalmasság már elegendő lesz mind a kisebb, mind a komolyabb árvíz elleni harcra, mivel az egész ártér rendszere megváltozik.

A jelenlegi törekvések tehát nem megfelelőek Velencének a rá leselkedő veszélytől való megmentésére. Különösen a mozgatható kapuk rendszerének van nagyon korlátozott gazdasági szerepe, és nem használható, ha a tengerszint megemelkedik, mivel akkor a kapukat a jelenlegi hajóforgalom mellett túl gyakran kell bezárni. A fenntartható fejlődésnek anyagilag hatékonynak kell lennie, és a mozgatható kapuk nem oldják meg Velence jelenlegi árvízproblémáit, továbbá nem oldják meg a többi kulcsproblémát: a szennyezést és a városi hulladékok kérdését. Alternatív megoldáso-

kat, illetve multi-funkcionális módszereket, amelyet a fenntartható fejlődés magában foglal, nem dolgoztak ki megfelelően. A Lagúnát és Velencét a vízgyűjtőn belül inkább egységes egésznek kell tekinteni, mint izolált részeknek. Olyan terveket kell készíteni, amelyek a teljes rendszert kezelik, és biztosítják, hogy a Lagúna ne szenvedjen a mérhetetlen szennyezéstől és az erózió által okozott lepusztulástól.

Lesznek, akik azt mondják, hogy ikerutas eljárás lehetetlen, de ezt eddig lényegében nem vizsgálták meg. A jelenlegi, mozgatható kapukkal szembeni ellenállás lehetőséget nyújtana új elgondolásokra is. Ez nem lesz könnyű az olyan intézményi szervezés keretében, amely a mozgatható kapus megoldást támogatja, viszont új elgondolások nélkül nem látszik más támogatható megoldás Velence gondjaira.

A lagúnák városa megmentésén — Velence 1987-től része a UNESCO világörökségének — már harminc éve fáradoznak. A probléma az 1966. évi pusztító tengerár óta szerepel napirenden, amikor a tenger vízszintje a sirokkó (déli szél) hatására emelkedett, megrongálva a műemlék palotákat, sártengerre változtatva a világhírű Szent Márk teret. Az *acqua alta* jelentős környezeti károkat okozott azzal, hogy minden korábbi vízállásrekordot megdöntött. A város nem volt felkészülve az ilyen méretű áradásra. A biztonság, a károk bekövetkezése sok helyen csak deciméterektől, centiméterektől függ. Velence veszélyeztetettsége nagy.

A süllyedő város megmentésére azóta sok terv született. Ezek egy részét megvalósították:

- a vízkivétel leállítására,
- a mélyebb városrészek, csatornapartok megemlése,
- a lagúna feltöltésének leállítására,
- a város fűtési rendszerének olajról gázra átállítása,
- a homokdűnéken új kapu nyitása,
- a meglévő kapuk keresztmetszetének csökkentése,
- a szennyvízgyűjtés elterjesztése,
- a lagúna bejáratának átépítése,
- a járdák és padlószintek megemlése,
- a lagúnát védő dűnéknél megoldott partvédelem segítségével.

Velence veszélyeztetettsége sokat javult a különböző beavatkozások hatására, azonban a város talpra állásának még csak a

kezdetén van. Nagy erőfeszítések történnek a város benépesítésére, a turisták megszerzésére és kiszolgálására. 1979-ben felújították a középkori hagyományú február eleji velencei karnevált. Ezen kívül még 17 eseményt ünnepelnek évente — a leghíresebb hajóversenyektől kezdve a spárga-fesztiválon és a velencei filmfesztiválon keresztül a középkori pestisjárvány leküzdéséig — növelve a város népszerűségét és csalogatva a turistákat, esetenként már az elviselhetetlenség határáig növelve a tömeget.

A város és vezetése sokat tett Velence megmentéséért, 1968-ban megakadályozták a további területvisszahódításokat a *Marghera* ipari zóna kiszélesítésénél. 1990-ben elvetették azt a tervet, hogy kiszáritsák a Lagúnát a 2000. év megünneplésére tervezett EXPO beruházáshoz. Csökkentették a terepszint süllyedését az ivóvízhálózat megépítésével. A nehézségek még nem oldódtak meg. Az ipar korábban az iparművészeti cikkeik előállítására korlátozódott (különösen üveg és csipke), ehhez járult a hajóépítés. A hajóépítés megszűnt, az ipari termelés nagy része pedig a szárazföldre tevődött át. Nincsenek ipartelepítő tényezők, amelyek a turistáiparon kívül kedvezőek volnának Velence természeti adottságához.

A város biztonsága szempontjából a döntőnek ígérkező változást Velence népe mégis a mozgatható kapus megoldástól, a *Mózes-tervtől* várja. A politikai viták végigkísérték a terv formálódását, s az elmúlt években egyetlen olasz kormány sem volt abban a helyzetben, hogy megnyugtató egyetértés és pénzügyi háttér birtokában belevághasson a megvalósításba. Az elmúlt két évben a baloldali kormányzat és Velence baloldali városvezetése *Massimo Cacciari* polgármesterrel az élen végre elérte, hogy öt neves szakértőből álló nemzetközi döntőbizottságot kértek fel a *Mózes-terv* kivitelezhetőségének elbírálására. A bizottság a belga *Philippe Bourdeau*, a brüsszeli egyetem környezetvédelmi tanszékének professzora vezetésével 1998. júniusban adott szakvéleményt, egyértelműen pártolót. „A *mozgó gátak rendszere az egyetlen mód Velence megmentésére, a kiépítését haladéktalanul meg kell kezdeni*” — állították a szakértők. Mintha az Adriai-tenger is olvasta volna: Mikulás napi ajándékként 1,0 m ATF vízzel elöntötte a várost.

Más volt az olasz zöldek véleménye: ők a környezetvédelmi miniszterrel, *Edo Ron-*

chival az élükön újabb feltételeket támasztottak, s elérték, hogy a végső döntést egy környezetúhatás-tanulmányt folytató minisztériumi szakbizottság hozza meg. Ez a húsz tagú bizottság december közepén elutasította a Mózes-tervet. Véleménye szerint a mozgó gátak nem oldják meg a problémát, kivitelezésük és működésük jelentős környezeti károkkal járna, például akadályoznák a lagúnák egészséges vízcserélődését, nem is beszélve az irdatlan költségekről.

A zöldektől várt zöld jelzés elmaradt tehát, s Velence az új évezred küszöbén ugyanott tart, mint harminc éve: nincs világos és egyértelműen támogatott terve, hogyan meneküljön meg a lassú pusztulástól. Dúl a harc a kormányon belül is, a *Venezia Nuova Konzorcium* támogatói, a mögöttük álló közmunkaügyi miniszter, *Enrico Micheli*, s a zöldek, valamint a pártjukat képviselő miniszter, *Ronchi* között. A Konzorcium képviselője, *Franco Miracco* képtelenségnek nevezte, hogy egy minisztériumi bizottság leállítson egy másfél évtizede folyó programot, és védelmi stratégia nélkül hagyja az emberiség egyetemes kultúrkincséhez tartozó várost. *„Komolytalan ország, amelyik képtelen döntést hozni, és örökké csak tologatja, lebegteti a problémákat”* — figyelmeztetett *Micheli*. Zöldek és *Ronchi* szerint nem az a megoldás Velence megmentésére, hogy százezer tonnaszám öntik a betont, köveket és az acélt a tengerbe, elpusztítva élővilágát, miközben bizonytalan, hogy végül valóban elégséges védelmet nyújtanak-e a mozgó gátak. *Ronchi* szerint a *Mózes-terv* költségeinek töredékéért megemelhethető a Szent Márk tér és a mélyebben fekvő városrészek szintje.

Cacciari polgármester szerint most már elég volt a *„betegágnál egymást váltó és mindig mást mondó doktorokból, végre tenni kellene valamit”*. Szerinte a kormány felülbíráhatja a környezetvédelmi minisztert. A velencei belvárosi üzletlajdonosoknak pedig végleg elégük van abból, hogy az aqua altát jelző szirénahangra a készenlétben tartott homokzsákokkal próbálják hiába övni boltjukat. *„A Mózes világos program, ezzel szemben Ronchi miniszter csupán homályos ígéreteket és egy gumicszámát kínál nekünk”*, hangoztatta képviselőjük.

Velence vezetőinek és lakosainak mindent meg kell tenniük, nehogy a város a néhány kilométerre fekvő *Torcello* sziget sor-

sára jusson. A hajdan virágzó, 40 ezer lakosú települést ma hatvanan lakják.

Vágás István

Mondj igazat...

Hazugságvizsgálat számítógéppel

Focus 1999/16.

Nem ellenézés nélkül olvasunk a hazugságvizsgálat újabb, számítógépes módszeréről, süssék bár ránk az advocatus diaboli bélyegét. Az emberi jogok chartája ugyan megfeledekezik a hazugsághoz való jogról, de valójában alapjoga minden emberfiának. Mi több, szükséglet, kényyszerűség, önvédelem, olyan társadalomban, amely képmutatásra, színlelésre, haszonelvű konvenciókra, álságos „így illikre” épül.

Közhely: ne vess nagyot a főnök rossz viccén. Dicsérd barátod csapnivaló művét. Tapsolj az izlésficamnak, ha érdekedben áll. Mosolyogj, amikor rúgni lenne kedved. Tagadd le a múltad feltját, ha félreléptél. Mesélj ifjúkorodról szép tetteket gyermekeidnek. Vigasztald a haldoklót azzal, hogy rövidesen táncolni viszed. Játssz a kétségbeesett pénztelent hitelezőidnek. Ígérj fűt-fát választóidnak, ha nyerni akarsz. A skála széles — se vége, se hossza a hétköznapi példákknak. Vagy: mondj igazat, és betörök a fejedet. Egy másik szólásmondás szerint pedig nem jó az igazat hangosan hegedülni.

Ilyen nézőpontból a hazugság — enyhébb szóval : elhallgatás, füllesztés, félrevezetés stb. — nem bűn és nem szégyen. Mózes kótáblája sem tiltja, csak a hamis tanúzástól óv. Még a bűnözöt is megillető jog, amikor bírái előtt áll. S egyáltalán: megillet minden polgárt a hatalommal szemben, amely lépten-nyomon becsapja, port hint a szemébe, ne kerteljünk: hazudik neki, és nemcsak a diktatúrákban.

Annál inkább sajnálatos, hogy a kíváncsiság velünk született ösztöne behatolásra sarkall a magánszférába, a leplezett titkokba, a rejtett gondolatokban, abban a hitben, hogy a hazug embert könnyebb utolérni, mint a sánta kutyát — ami egyébként nem is igaz. Valami pokoli kétlakiság van abban, hogy ugyanaz a személy, aki saját

titkait féltve őrzi, erőszakosan kutakodik, hogy mások titkát felfedje. Ettől viszolygunk a *Focus* című német magazin híradásának olvasásakor.

Több évtizede annak, hogy az Egyesült Államokban alkalmazni kezdték a hazugságvizsgálat fiziológiai módszerét, nemcsak a kriminalisztikában hanem a humánpolitika, a személyzeti ellenőrzés széles területén, a cégek, vállalatok ezreiben, annak ellenére, hogy az eljárás megbízhatósága több mint kétséges, s a tiltakozás, a felháborodás hangja Amerika-szerte magasra csapott. Azóta ez az embertelen metodika áthajózott az óceánon, s eljutott Európában is sokfelé. Nem tudni, hogyan számolnak el lelkiismeretükkel az ilyen vizsgálatok elrendelői vagy végrehajtói, akik máskor bizonyára az emberi jogok bajnokainak hirdetik magukat. Elég az hozzá: nem éppen szivderítő ügy a „tudomány” cégére alatt.

Az immár hagyományosnak tekinthető hazugságvizsgálathoz használt készülék, a poligráf fiziológiai változásokat mér, miközben kérdéseket tesznek fel a „kliensnek”. Folyamatosan regisztrálja a pulzus- és a légzésszámot, a vérnyomást és a bőr elektromos ellenállását. Feltételezik ugyanis, hogy hamis válaszok esetén, az igazság elfojtására tett erőfeszítés folytán ezek az értékek jellegzetesen eltérnek a normálistól.

Az természetesen nem vitatható, hogy az emóció élettani tünetekkel jár. Csak hát egy közönséges orvosi vérnyomásmérés is a várakozás izgalmát kelti a paciensben, és gyakran téves eredményre vezet. Még valószínűbb az izgatott állapot a poligráfos vizsgálat közben, például olyan esetben, amikor valaki egy állás elnyerésére pályázik. Számtalanszor előfordult, hogy a poligráf hazugnak minősítette az igazmondót, mert a lámpaláz, a vizsgafeszültség eltorzította a való értékeket.

Mintegy két évtizeddel ezelőtt a hazugságleplezés gurujának tekintett *Paul Ekman* (Kaliforniai Egyetem) a videotechnikában keresett megbízhatóbb megoldást. Az arcizom mikromozgását térképezte fel. Úgy találta, ha valaki hazudik, a másodperc töredékéig apró ránc tűnik fel a homlokán, szemöldöke megrándul, csópp mosoly suhan át az arcán s az ilyen, tudat alatti vilanásszerűen megjelenő jelek ellen nincs védekezés. Ekman 46 minimotozást vélt felfe-

dezni a hazugságra valló mimikában. Action Unit-nak (AU) nevezi őket. Az AU 5 például mindkét szemöldök felhúzását jelenti, és félelemről árulkodik. Állítólag alig 300 olyan szakértő van a világon, aki Ekman módszerével olvasni tud az arckifejezésből, s egy egy-perces videofelvétel elemzése órákat vesz igénybe.

Mint a *Focus*-ból értesülünk, ezen a helyzeten akar változtatni *Terrence Sejnowsky* neurobiológus és munkatársa *Marian Bartlett* (Salk Institute) hazugságfelismerő számítógépes program kidolgozásával.

Ez a szoftver állítólag öt percre csökkenti a videofelvétel értékelésének idejét. Ekman 46 AU-jából egyelőre tizenkettőt ismer fel, hatvan szűrőn át mér minden jellegzetességet, majd egy algoritmus összehasonlíja az adatokat a semleges képbank információjával, és megállapítja, hogy a videókép mely AU-kon tér el azoktól: az arcfarmák különbözősége nem zavarja az analízist. A kutatók szerint a rendszer máris 96 százalékos megbízhatósággal működik, s rövidesen mind a 46 AU-részletre kiterjedő elemzést végezhet. Azt állítják, hogy ha a program már 1998 januárjában készen lett volna, amikor Clinton egy sajtókonferencián határozottan kijelentette, nem volt szexuális viszonya Monica Lewinskyvel, a videofelvétel alapján azonnyomban kiderül, hogy az elnök nem mond igazat.

A digitális hazugságdetektor azonban csak akkor lesz érett a piacra — jegyzi meg a *Focus* —, ha az AU-pontok számának növelésén kívül egyéb javításoknak is szertét ejtik. Például: jelenleg még tétovázik és melléfog a számítógép, ha a fej mozog a videofelvételen. Ám a fejlesztés anyagi fedezete nem okoz gondot. Sok az érdeklődő. „Épp az imént is kaptunk egy telefonhívást — nyilatkozta *Marian Bartlett* a lapnak. — A vonal másik végén a CIA volt.”

Pénz tehát van. Bízalmunk annál kevesebb. Semmilyen rafinált technika nem lehet képes az emberi lélek mélyére látni, *Sejnowsky*ék újítása is annyi ér csak, mint rossz hírű elődje, a poligráf. Mérget vehetünk rá, hogy a kíváncsi üldözők és a hazugság versenyében a hazugságé marad a babér, míg a világ ki nem fordul sarkából.

Nyárády Gábor

(Összcállította: *Szentgyörgyi Zsuzsa*)