



Mojzes Imre

## Átalakuló társadalomban

*Mojzes Imre az az ember, akinek van mire szerénynek lenni. Ez a megállapítás körülbelül akkorra fogalmazódik meg a vele interjút készítő újságíróban, amikor az elzárja a magnetofonját és búcsúzkodni kezd. A műegyetemnek a Petőfi híd budai hídfőjénél lévő épületében igen puritán professzori szobában egy jól megtermett, harcsabajszú, inkább fiatalnak, mint középkorúnak mondható férfi fogadja a belépőt. Magyaros karakter, mondanám, akár javakorabeli csikóslegénynek is gondolhatnám. Bizonyos szempontból az is: hiszen a valóban java korú csikósok – mint tudjuk – megfontoltak, nincs egy felesleges mozdulatuk, felesleges szavuk.*

*Mojzes Imrénél azonban minden feltételezést félretol egészen elképesztő visszafogottsága. Nem könnyű rájönni, hogy egy roppant határozott szerénységről van szó. Ez a szerénység aztán nem teszi őt könnyű interjúalany nyá. Nem hozakodik elő semmi olyasmivel, amiről pedig – hogy úgy mondjuk – bőven tudna beszélni, nem teszi könnyebbé az interjút azzal, hogy arról ez, erről pedig az jut az eszébe.*

*Ismeretes, hogy nagy utazó, de útjairól is nehéz beszéltetni. Tudott dolog, hogy szenvedélye az oktatás, hogy döntő szerepet tulajdonít az oktató-nevelő munkában a személyes kapcsolatoknak, de nem traktál tanár-diák sztorikkal. Van mire szerénynek lennie, de végül is az a benyomás marad róla, hogy valószínűleg szerényebb, mint amennyire kellene. Ezt az érzetet erősíti, hogy egy-egy tudományos érdekesség említésénél, kifejtésénél lendületbe jön, csillog, mintegy bizonyítván: van ilyen Mojzes Imre is. Kockázatos azt mondani róla, hogy talányos ember. Mert az ebben a kötetben megnyilvánuló kollégái is azok. Mind. Lehetséges azonban, hogy Mojzes Imrének ez a talányosság a legfőbb erénye.*

— Hová való a családja?

— Szüleim a Fejér megyei Perkáta nagyközségből származtak el. Már ismerték egymást, amikor előbb édesapám, majd édesanyám költözött Kalocsára. Ott születtem 1948-ban. Eleinte egy kicsit gyökértelenek voltunk. Kalocsa, az érseki székhely nagyvárosnak számított a különben nem is olyan sokkal kisebb Perkátához képest. Édesapám 1945 előtt szabósegéd, azt követően pedig önálló szabó kisiparos volt. Édesanyám eladó leányként Perkátán, a községházán volt tisztviselő, 1947-től pedig, amikor összeházasodtak, háztartásbeli lett.



— Ön tehát már Kalocsán született.

— Igen, 1948-ban, farsang vasárnapján. Kalocsán szereztem az első barátokat, akik a mai napig megvannak. 1950-ben született öcsém, akiből orvos lett és most Németországban praktizál. Legkorábbi barátainkkal úgy kerültünk kapcsolatba, hogy már a szüleink is ismerték egymást.

— A gyermekévei eléggé nehéz időkre estek.

— Mifelénk abból adódtak a bajok, hogy Kalocsán nagy laktanyát akartak építeni, mivel az ország déli határát a politika a Jugoszláviával kapcsolatos ellentétek miatt nagymértékben meg kívánta erősíteni. A létesítmény nem készült el időre, a helyszínre telepített katonatisztek magánházaknál helyezték el. A mi családunktól is elvettek egy szobát, ahol két tiszt lakott. Ők aztán 1956-ban Ausztráliába szöktek. Hosszú időn át leveleztünk velük

— Úgy tetszik, fontosak az ön számára a régi kapcsolatok.

— Tényleg így van. Sokan jártak hozzánk mindig, mert édesapám mindig megmaradt otthon dolgozó szabó kisiparosnak. Általános iskolába Kalocsán jártam. Miután befejeztem az általános iskolát, a helyi I. István Gimnáziumba kerültem. Ez a régi jezsuita gimnázium utódja volt. Jó néhány tanárunk korábban a jezsuitáknál tanított, természetesen nem szerzetesként, hanem világi tanárként. Kemény, a tudománynak élő emberek voltak. Sokat tanultam tőlük.

— Az 1962 és 1966 közötti időszakról van szó.

— Abban az időben ott tényleg a folytonosságot jelentették az említett tanárok – a jezsuita oktatási hagyomány és az új világ között. Igen nagy létszámban, több mint negyvenen kezdtük el az osztályunkban a tanulmányainkat és végül huszonketten tettünk érettségi vizsgát. A rostálás eszközüül két tantárgy szolgált. A francia nyelv és a fizika.

— Máiig megmaradt francia nyelvtudása?

— Érettségiztem franciából, de mivel a szüleim engem cseregyerekként német nyelvterületre küldtek, az egyetemet pedig Moszkvában végeztem, ahol oroszul és angolul tanultam, inkább az utóbbi három nyelvvvel foglalkoztam.

— A szülei mikor és hogyan jutottak arra a gondolatra, hogy németül taníttassák önt?

— Nagymamám és édesanyám is tudott valamennyire németül. És volt Kalocsán egy Kolozsvárról elszármazott apáca, Lici tante, aki hat éves koromtól a mi lakásunkon tanított engem.

— Hogyan emlékszik vissza arra a Kalocsára, amelyből az érettségi után elkerült?

— A városnak máig ható szerepe van az életemben. Gyerekoromban egy nagyon elszigetelt világban éltünk. A vonat sem ment onnan tovább.

A zsidókat 1944-ben Kalocsáról is elhurcolták. Üresen maradt a zsinagóga, amit az országban talán elsőként újíttak fel és alakítottak át könyvtárrá. Ez az intézmény nagyon fontos volt számomra. Igazgatója kiválóan

értett a diákok nyelvén. Rengeteget beszélgetett velünk. Így a könyvtárba szoktunk. Gyakran jöttek oda a kecskeméti színház művészei. Ez a gimnazisták számára varázslatos dolognak tűnt akkor, annak ellenére, hogy már az általános ének-zene iskolából is gyakran elvittek bennünket ide-oda, még pesti színházakba is. Az egykori zsinagógából lett könyvtár teljes állománya szabad polcos rendszerben működött. Kószálhattunk a polcok között, böngészgethettünk kedvünkre.

Emellett megvolt még a régi jezsuita gimnázium könyvtárának egy része a mi gimnáziumunkban. Haynald Lajos, aki a kiegyezést követő negyedszázadban volt Kalocsa érseke, építtetett egy csillagvizsgálót a jezsuiták számára. Ám a szabályok tiltják, hogy a jezsuiták az éjszakát a rendház falain kívül töltsék, ezért a csillagvizsgálót a gimnázium kupolájába építtették. Ide nekem teljesen szabad bejárásom volt. Ott lakott akkor egy Selmeczi Károly nevű, még a jezsuiták idejéből maradt kémia tanár. Babay Bélának, a fizika tanáromnak is a gimnáziumban volt a lakása. Ez azért volt a számomra fontos, mert harmadikos koromtól megkaptam tőle az igen jól felszerelt fizika szertár kulcsát és ott dolgozhattam. Lehetett például röntgenezni. Én mindent kipróbáltam és a szertárnak nagy szerepe lett benne, hogy a mai pályámra kerültem. Az osztályfőnököm, Babay Béláné, akivel máig nagyon jó kapcsolatot tartok, ugyancsak a gimnáziumban lakott és igen sokat tanultam tőle, amint egy másik fizikatanártól is. Hegyi Lajos tanár úr rádióamatőr volt, hozzá jártam rádiószakkörre. Nála építtettem az első, akkor még csöves rádiómat és ő ismertetett meg a tranzisztorttal. Az ő irányításával mértem be az első tranzisztort.

— Hogyan került Moszkvába a gimnázium után?

— Még az érettségi előtt kellett felvételizni, ha külföldi egyetemre jelentkezett valaki. Az első helyen Drezdát jelöltem meg. Ott ugyanis rádiófizikát lehetett tanulni. A második helyen pedig Moszkvát, ahová félvezető fizika szakra lehetett jelentkezni. Így aztán 1966 tavaszán felvételiztem németből, oroszból, matematikából és fizikából.

Azokat, akik az akkori keletnémet normáknak megfeleltek, behívták egy beszélgetésre. Így engem is. A bizottság közölte velem, hogy nagyon jól sikerült a vizsgám, ám a drezdai helyek száma nagyon korlátozott. Együttal azt is megkérdezték, miért akarok én a Német Demokratikus Köztársaságban tanulni. Erre azt válaszoltam, hogy azért, mert úgy érzem, sokkal jobban tudok németül, mint oroszul. Mire az volt a válasz, hogy jó lesz nekem, mert a német tudásom mellé szerezhetek még egy orosz tudást is. És a legnagyobb meglepetésemre azt kérdezték tőlem, hogy elfogadom-e a rendelkezésre álló hat moszkvai hely egyikét. Az adott helyzetben csak igennel válaszolhattam.

— Milyen volt a szakmai oktatás színvonala akkor a Szovjetunióban?

— Kitűnő matematikai képzést kaptunk. Nagyon erős volt az elméleti villamosságtani képzés is. Jellemzőnek tartom, hogy Simonyi Károly oroszra fordított elméleti villamosságtani művét a matematikai stúdiumok kereté-



ben kellett olvasnunk. Arra, hogy magyar szerző műve kötelező olvasmány egy ilyen színvonalú külföldi intézetben, én rendkívüli módon büszke voltam. Kutuzovnak hívták a matematika professzoromat, akinek már az apja igen ismert hídépítő szakember volt, vagyis egy régi orosz értelmiségi családról van szó. Nos, ő írta elő nekünk, hogy Simonyi professzor könyvét olvassuk. Mivel jó eredményeket értem el, harmadéves koromtól módomban állott az órákat kedvem szerint látogatni.

— Vagyis afféle szellemi szabadlegény életet élt.

— Az első évet lezáró vizsgák után beolvasztottak bennünket a normál szovjet oktatási keretekbe. Két-három külföldi volt egy-egy tankörben. A körülbelül négyszáz fős évfolyamon aztán négyünknek vagy ötünknek engedték meg, hogy ilyen nagy szabadságban éljünk. Meg kell említenem, hogy erre a szakra csak moszkvai diákokat vettek fel. Ugyanakkor azt is garantálták, hogy aki ott diplomát szerez, állást is kap a fővárosban. Mivel a moszkvai állás rendkívüli privilégiumnak számított a Szovjetunióban, ropant nehéz volt a felvételi vizsga. Jellemző, hogy szovjet diáktársainknak kötelező volt orosz nyelvből és kémiából is felvételizniük a matematika és a fizika mellett. Az évfolyamon azonban képeztek egy méginkább elit csoportot, ebbe viszont külföldieket nem vettek fel. Hiába voltam a vörös diploma várományosa, ebben a társaságban nem volt hely a számomra.

— Így működött a szovjet embargó.

— Igen, ez valóban az volt.

— A Szovjetunióban találkozott először számítógéppel?

— 1969-ben történhetett, hogy egy lyukszalagos masina közelébe engedtek, amit különben látnunk sem volt szabad. Egy ablakon beadtuk a lyukszalagot és egy idő után visszakaptuk a feldolgozott eredményt. Nagy élmény volt számomra, hogy tanulmányaim vége felé tanúja lehettem egy számítógép-égetésnek. Mert nemcsak könyvégetés van a világon. Az akkori szovjet előírások megtiltották a számítógépek szétszerelését. Nem lehetett őket alkatrészekre szedni, számítógépként kellett megsemmisíteni. Így aztán ami már nem kellett, azt leöntötték benzinnel és meggyújtották.

— Meglehetősen bizarr módon óvták az ipari titkokat. Milyen tapasztalatokat szerzett az akkori szovjet világról?

— Fontos és érdekes része volt az életemnek, hogy nagyon hamar elkezdtem tolmácsolni és ennek a kapcsán rengeteget utaztam a Szovjetunióban. A KGST Egységes Számítógéprendszerére akkor kezdett formálódni. A korabeli magyar villamosmérnök generációkból nagyon kevesen beszéltek oroszul. Így aztán nekem bőven jutott munka. Ennek révén ismerkedtem meg nem kevés olyan kollégával, akivel ma igen jó szakmai kapcsolatom van. De a tolmácsolás egészében még ennél is többet jelentett. Belülről ismertem meg nagyon fiatalon egy olyan világot, amelyhez más módon közel sem juthattam volna, és ez rengeteg tapasztalattal szolgált számomra.

— Miképpen dőlt el mindezek után, hogy hol legyen idehaza az első munkahelye?

— Akkor, 1972-ben, csak azt szabták meg, hogy mivel én a Kohó és Gépipari Minisztérium ösztöndíjasa voltam, olyan céghez menjek, amely a minisztériumhoz tartozik. Elég sokfelé kerestem megfelelő állást. Nekünk, külföldi ösztöndíjasoknak nyáron nem volt kötelező üzemi gyakorlatunk, ezért én még az egyik egyetemi szünetben az utcáról bementem az Egyesült Izzó félévezető fejlesztésére. Szinte besírtam magam. Akkortájt rengeteg szovjet kapcsolata is volt a cégnek. Például a leningrádi Szeptilána Gyárral. Tehát jó helyre kerültem. Megengedték, hogy huszonegy esztendősen mérjek. És én nagyon sokat tanultam ezekből a nyári mérési gyakorlatokból. Akkor már kezdett az Egyesült Izzóban gyökeret verni a számítástechnika. A félévezető fejlesztés tekintélynek örvendett a cégen belül is. Így aztán szinte értelemszerűnek találtam, hogy odamenjek dolgozni az egyetem után, bár több kutatóintézetbe is szívesen felvettek volna. Én viszont mindig gyanakodtam, hogy elsősorban az orosz nyelvtudásom a vonzó. Annál inkább, mivel jól fordítottam oroszról németre és fordítva. Ennek nagyon megörültek, és azzal biztattak mindenütt, hogy nagyon sokat fogok külföldre utazni. De tudtam, hogy mit jelent ez: én leszek a főnök tolmácsa. Nem erre vágytam. Így választottam a Tungstramot. A műszaki főosztályra kerültem, ahol Bitó János fizikus lett a főnököm. Összehasonlító tanulmányt készítettem a KGST-országok mikroelektronikai helyzetéről. Ezen túl dolgoztam a Műszaki Egyetem Elektroncsövek és Félévezetők Tanszékén is. Ott beszereztek egy francia porlasztó készüléket, amellyel vékonyrétegeket lehetett felvinni üvegre vagy fémre. A tanszék akkori vezetőjét, Valkó Iván Péter professzort már korábban megkerestem, így ő tudta, hogy én ilyesmivel foglalkozom. Ezért kikölcösöznött engem az Egyesült Izzótól heti egy napra. Üzembe állítottuk a készüléket, reprodukáltuk azokat az eredményeket, amelyeket Franciaországban mértek. Akkor kaptam olyan ígéretet, hogy engem majd átvesz az egyetem. Ebből nem lett semmi, mert ott is létszámkorlátozás volt akkor.

Az Egyesült Izzónak viszont nagy dolgot köszönhetek. Ott tanultam meg, mi az, hogy gyár, mi az, hogy vállalat. Akkor a Tungstram kiváló cégnek számított Magyarországon. Egy sereg jó hagyomány élt ott tovább még a régi szép időkben. A munkások képzettek, értelmesek voltak, mondhatni, munkás arisztokraták. Rangot jelentett a vállalatnál dolgozni. Nagy volt az adminisztratív rend is. Ott tisztességes vállalati fegyelem volt. Gondot fordítottak rá, hogy az új munkatársakkal aprólékosan megismertessék a technológiát. Bármikor bárhová elmehettünk üzemet látogatni, a vidéki telephelyekre is természetesen. A vállalatról, mint olyanról ott megszerzett tudást a mai napig jól tudom hasznosítani. Persze egy sereg jó ismerőst is szereztem. Viszont annak is hamar a tudatára ébredtem, hogy nem akarok ott dolgozni az életem végéig. De nem azért, mert nem szerettem a Tungstramot, hanem azért, mert úgy éreztem, hogy a gyár nem az én világom. Ezért, amikor alkalom kínálkozott rá, elmentem a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Fizikai Kutató Intézetébe.



— Mikor történt ez?

— 1973 nyarán. A Műszaki Fizikai Kutató Intézet az Egyesült Izzóból vált ki. Szigeti György akadémikus volt ott az igazgató. Én a Kossuth-díjas Szép Iván igazgatóhelyettes irányításával kezdtem el vegyületfélvezetőkkel tulajdonképpen máig tartóan foglalkozni.

— Mi ennek a munkának a lényege?

— A félvezető anyagok a mikroelektronika alapanyagai. Közöttük vannak vegyületek és elemek is. A legfontosabb elem a szilícium. Az első tranzisztort azonban germániumból készítették, 1948-ban. A vegyületfélvezetők azért különösen érdekes anyagok, mert vannak közöttük olyanok, amelyeket az ember mesterségesen hozott létre. A természetben nem fordulnak elő. Az 1900-as évek elején kezdtek a vegyészek azzal kísérletezni, hogy az akkor ismert elemek összeházasításával addig nem ismert vegyületeket hozzanak létre. Megvizsgálták, melyek azok az elemek, amelyeknek nem léteznek vagy nem ismeretesek a vegyületei. E munka során több érdekes vegyületet alkottak. Az egyik a gallium-arzenid. Ebben a vegyületben egy gallium atom és egy arzén atom van. Egy másik az indium-foszfid, amely egy indium atomból és egy foszfor atomból áll. Mindkét vegyületet létrehozták már az 1920-as években, de csak az 1950-es években kezdték a félvezető tulajdonságaikat tanulmányozni. Kiderült, hogy ha kellő tisztaságban tudják előállítani őket, akkor félvezetőként viselkednek. A gallium-arzenid azért is különösen érdekes a mi számunkra, mert Magyarország gallium nagyhatalomnak számít. Ugyanis a nálunk bányászott bauxitból igen nagy mennyiségű gallium nyerhető ki. A timföldből tonnaszámra állították elő a galliumot. A gallium pedig stratégiai fém, ugyanis a gallium-arzenidből állították elő az első félvezető lézereket. Ma ezekkel működtetik a CD-olvasókat, a vörös fényű mutatópálcákat és még sok mást. Az 1970-es évek elején a mi intézetünkben is megindult az ezzel kapcsolatos kutatás, amely igen sikeresnek bizonyult.

— Úgy tűnik, közel áll a szívéhez ez a munka.

— Szép emlékeim születtek vele kapcsolatban. Ráadásul az intézeti közösség is nagyon jó volt. És ebben az időben kezdtek gyakoribbá válni a külföldi utazások. 1975-ben én is kijutottam egy angliai konferenciára. A külföldi kapcsolatok gyors terebélyesedésének volt köszönhető az is, hogy a közvetlen főnököm kapott egy angliai ösztöndíjat, ami azután két esztendőig tartott. Így nagy hirtelen én lettem ott néhány ember vezetője és önállóan megoldandó feladatokat kaptam. Az intézetben ugyan voltak elméleti kutatócsoportok, de amire engem felvettek és amiért én odamentem, az gyakorlati-kísérleti munka volt. Hála a főnökömnek, aki érdeklődött a számítástechnika iránt, nekünk már akkor volt egy Hewlett-Packard számítógépünk, emellett megkaptuk az első magyar számítógépeket, amelyek persze lyukszalag vezérlésű masinák voltak még. Én csináltam az első számítógép vezérelte mérést. Ez meglehetősen elismerést váltott ki a kollégáimból. Azután eléggé korán hozzájutottunk az első, a KFKI által gyártott TPA számí-

tógéphez. Akkoriban szinte totemállatként tiszteltük. Léghkondicionált teremben, dobogóra helyezve működött. De hamar megszűnt az elfogódottságunk és a kollégáimmal gyorsan elkezdtuk használni.

— Így került kapcsolatba azzal, amit ma informatikának nevezünk.

— Így kerültem kapcsolatba azzal a problémával, mire is használható a számítógép. Az én feladatomban mindig az alkalmazás lehetőségeinek kutatása volt. Programírásban, szoftverfejlesztésben soha nem vettem részt. A számítógép az én számomra, bármilyen területen dolgoztam, eszköz volt ahhoz, hogy a szakmában eredményeket érjek el. A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Fizikai Kutató Intézetében az 1970-es évek elején egy olyan közösség alakult ki, amely megértette, hogy a számítógépben, az informatikában igen nagy lehetőségek vannak. Miután osztályvezető lettem, törekedtem rá, hogy minél több fiatal ember kerüljön az intézetbe. Akkor kezdett ott nőni a villamosmérnökök száma.

— Említette, hogy egy ideig dolgozott a Műszaki Egyetemen. Tanított is?

— Az 1970-es évek közepén az Eötvös Loránd Tudományegyetemen kezdtem tanítani óraadóként.

— Abban az időben közismerten alacsonyok voltak a kutatói fizetések. Hogyan tudott megélni az akkor sem olcsó Budapesten?

— Az első szabadalmam 1977-ben született, azután egyre többet jegyeztek be és ezek azért növelték a jövedelmemet. Továbbá eléggé hamar kezdtem el fejleszteni, hogy az intézetben fogjunk bele különféle alkalmazástechnika fejlesztésekbe. Az ilyesmi akkoriban az Akadémián, hogy úgy mondjam, nem volt tipikus jelenség. Műszerfejlesztéseket vállaltunk. Például kísérleti vérfolyékonyság mérő készüléket csináltunk, a Kardiológiai Intézet számára készült orvosi kutatásokhoz. De még Angliába is vittek belőle.

Kifejlesztettünk bányászati járműérzékelőt, amely a csillék föld alatti mozgását figyelte. Ebből Kína is rendelt. Mikrohullámú kerítést készítettünk, amely határvédelmi célokat szolgált. Olyan titkos terméknek számított a saját fejlesztésünk, hogy csak a rendszerváltás után volt szerencsém látni, amikor még mindig gyártották. Az Ikladi Ipari Műszergyár számára csináltunk mikrohullámú egységeket, azt azonban, hogy milyen módon használják fel ezeket, nem közölték velünk. Gyártott a Magyar Optikai Művek egy olyan távolságmérő térképészeti eszközt, amely hetven kilométernyi távolságot egyetlen centiméternyi eltéréssel volt képes mérni. Ebből rengeteg készült. Ismereteim szerint Magyarországon kívül a Szovjetunió és Pakisztán volt a felvevő piaca. Ennek a mikrohullámú egységét mi fejlesztettük ki.

— A fejlesztés kutatással jár, a kutatás a tudományos munka része. Hogyan haladt a tudományos pályája?

— Mondhatnám, szabályszerűen. Először egyetemi doktori, azután kandidátusi címet szereztem, negyven esztendőskoromra, 1988-ban pedig akadémiai doktor lettem. Mivel mindig érdekelték a társadalmi problémák, a természettudományok gazdasági, politikai háttere, az 1980-as évek má-



sodik felében szereztem egy politológiai doktori fokozatot is. Ez úgy kezdődött, hogy írtam egy elaborátumot a tudományos kutatás hatékonyságáról, amit az intézetben megmutattam a kollégáimnak. Nekik tetszett. Az MSZMP Politikai Főiskoláján, a gazdaságpolitikai tanszéken pedig azt mondták, hogy meg kell jelentetni a Kossuth Kiadónál. Ez az igazat megvallva zavart volna engem, mert nem éreztem magam a terület szakemberének. Így született a gondolat, hogy legyen az anyagból doktori disszertáció.

— Úgy hírlík, ön nagy utazó. Milyen utakra emlékszik leginkább?

— Az 1970-es évek közepén kezdtünk barátaimmal Erdélybe járni. Ez klasszikus korszaka volt az ifjúság nemzeti-tudat fejlődésének. Hátizsákos turistaként utaztunk. Amikor már volt egy Trabantom, könyvekkel, mikrofilmekkel megpakolva mentünk. Ezeket vagy elkobozták vagy nem. Viszont hazafelé is hoztunk könyveket. A romániai Kriterion Kiadó rengeteg jó, itt-hon ismeretlen művet is megjelentetett, közöttük fontos magyar és külföldi tudományos, tudománytörténeti munkákat. A lényeg azonban az volt, hogy nem a turistabusz ablakából ismertük meg a romániai, illetve az erdélyi valóságot. De jóval messzebbre is elmerészkedtünk. 1981-ben a Szovjetunió keresztlül repülön, vasúton, hajón utazva jutottunk el Japánba. Huszonnégy napot töltöttünk ott, mert a szovjet hajó annyi idő múlva indult vissza. Roppant sok, mondhatni tudatformáló élményünk volt. Az egyik ezek közül: hajónk negyven perccel előbb érkezett a japán kikötőbe, mint ahogyan a menetrend előírta, ám oda nem engedték be, amíg el nem következett a befutás pontos ideje. Mi a parttól tizenöt méterre őrjöntünk jó magyar módra, csak később értettük meg, hogy itt ez a rend.

Közben azonban figyeltünk is. Hozzánk közel állt egy másik hajó, amelyet éppen festettek. Legnagyobb megdöbbenésünkre a japán munkás kezében is egyetlen ecset volt és ugyanolyan komótosan dolgozott, mint a dunai hajót mázoló kollégája. Igaz, nem volt a lábánál sörös üveg, nem integetett nekünk. Egyenletes tempóban dolgozott. Később eljutottunk egy japán porcelángyárba, ahol megint nem tapasztaltunk semmiféle kapkodást. Szóval azt észleltük, hogy ugyanúgy dolgoznak, mint Magyarországon, csak szervezeten. Amikor először láttam, hogy a vonat menetrendben a másodperceket is kiírják, nevettem, de kiderült, hogy ez is komolyan veendő. Szembetűnő volt az elektronika mindenütt való jelenléte. Akkor már Japánban sehol nem láttunk fekete-fehér monitort. A menetrendtáblázatokról kezdve minden színes volt. Nálunk pedig még a színes televízió is igen nagy dolognak számított. Jártunk Tokió egyik elektronikai kereskedelmi negyedében. Nagyjából fel tudtam mérni, hogy miféle kultúra az, amit ott látunk. Lenyűgöző volt. Azután többször jártam Amerikában. Például a Los Angeles-i olimpián.

— Mit jelentettek az ön számára az utazási tapasztalatok?

— Romániában szörnyű viszonyok voltak az 1970-es, 1980-as években. Ahhoz képest nálunk paradicsomi állapotok voltak. Viszont Japánból vagy Amerikából nézve Magyarország tűnhetett nagyon elmaradottnak.

— Röviddel azután, hogy hazajöttem az 1984-es amerikai körútról, a Szovjetunióba utaztam. Szibériába, a híres akadémiai városba, Novoszibirszkbe. Nem szoktam az utazásaimról beszélni, de ott valahogyan szóba került, hogy én voltam Los Angeles-ben. A szovjet kollégák hitetlenkedve néztek rám. Hogyan voltam ott? Mint sportoló? Úgy nem lehettem, mert Magyarország épp a Szovjetunió miatt nem vehetett részt az olimpián. Részletekbe menően elmagyaráztam, hogyan gyűjtöttük össze a pénzt, miként szerveztük meg az utazást. Ekkor sem értették. Szóval, aki azt hiszi, hogy a Szovjetunióban meg Romániában ugyanolyan világ volt a rendszerváltás előtt, mint Magyarországon, az nem ismeri a kort.

— Pedig a novoszibirszki akadémiai intézetekben igen kiváló kutatók dolgoztak.

— Nekünk is nagyon jó volt az ottani szakemberekkel a kapcsolatunk. Ők is jártak hozzánk, mi is hozzájuk. Közösen publikáltunk. Nekünk nagyon jó anyagaink voltak, amelyekből mintákat vittünk Novoszibirszkbe, ahol jó körülmények között végeztük el a velük kapcsolatos méréseket. Az eredményeket bármely rangos szakmai folyóirat szívesen közölte. De más volt a szakma, és más a világ, ami azt körülvette.

— Hogyan haladt előre az ön szakmai fejlődése?

— Előbb – 1984-ben – főosztályvezető, majd tudományos igazgatóhelyettes lettem az intézetben. Rengeteg bel- és külföldi kapcsolatunk volt. Az 1980-as években számítógép alkalmazási kísérleteink elég szép eredményekkel jártak. Kollégáim a korszellemnek megfelelően úgynevezett vállalati gazdasági munkaközösséget alapítottak. Ez teljesen új volt egy akadémiai intézetnél. A munkaközösség keretében történt az általunk kifejlesztett termékek kissorozatú gyártása. Ezek az akkori high-tech színvonalat testesítették meg. Mindegyikükben igen sok mérnöki munka volt és nagyon kevés anyagi ráfordítást igényeltek.

— Miféle termékek voltak ezek?

— Nem elsősorban híradástechnikai, inkább mikrohullámú mérő, érzékelő eszközök. Az irányításom alatt álló egység nagyon hamar megkapta az első számítógépeket. Ezek eléggé kezdetlegesek voltak, de mérésvezérlésre, adatfeldolgozásra alkalmasnak bizonyultak.

— Magyarán: ön és kollégái alkalmasnak bizonyultak a számítástechnika alkalmazására.

— Így is lehet mondani, hiszen valóban arról van szó, hogy nagyon jó színvonalon alkalmaztuk a számítástechnikát. Azokat a számítógépeket, amelyekhez módunk volt hozzájutni, rendszerbe állítottuk. Igen gyorsan eljutottunk oda, hogy az általunk kifejlesztett eszközökhöz, műszerekhez számítógépes dokumentációt is mellékeljünk a megrendelőink számára. Ez akkoriban, az 1980-as évek közepén nagy szó volt.

— Ön foglalkozott a kutatás társadalmi hatékonyságának problémájával, így nyilván többet tud erről, mint a szakemberek általában véve. Milyen állapotban volt Magyarország a rendszerváltás idején az informatikát illető-



en? Mennyire voltunk elmaradva a világszínvonalától, ha egyáltalán van olyan?

— A világszínvonal fogalma engem mindig a világszabadaloméra emlékeztet. A valóságban ugyanis egyik sem létezik, noha állandóan emlegetjük mindkettőt. Annak idején a tudományos kutatás hatékonyságával kapcsolatban ugyanaz a probléma foglalkoztatott engem, ami jelenleg az információs társadalommal kapcsolatban. Az 1980-as években is úgy hangzott a kérdés, mint ma: hogyan tudjuk megmérni azt, hogy hol tartunk? Akkor úgy válaszoltunk, hogy a mérce az, hol tudjuk publikálni, közölni tudományos eredményeinket. A kutató által előállított termékek közül gyakran a legfontosabb a tudományos publikáció, a tudományos közlemény. Azt tapasztaltam, hogy azokat az eredményeket, amelyek az én környezetemben születtek, jó színvonalú, megbecsült fórumokon tudtuk publikálni, közzétenni. Rengeteg konferencián megfordultam az Egyesült Államokban és másutt, mindenütt elismeréssel fogadták, amit csináltunk. Ugyanez volt a helyzet a tudományos lapokkal. Mindig volt rá módunk, hogy a rangosabbakban tegyük közzé cikkeinket. Ehhez mindjárt hozzáteszem, hogy az utóbbi egy-másfél évtizedben a nemzetközi konferenciák erősen leértékelődtek, elüzetliesedtek.

— Kifejlődött a konferencia turizmus.

— Ezért mostanában mindenkinek azt szoktam tanácsolni, hogy először valami rangos folyóiratnak küldje el a cikkét, ha ott közlik, bármilyen konferencián előadhatja, mit talált ki.

— Az ön véleménye szerint tehát a rendszerváltás idején a magyar tudományos színvonal az ön szakmájában nem volt alacsonyabb, mint az, amit nemzetközinek szokás nevezni.

— Ez volt a helyzet, de azt meg kell jegyezni, hogy mi az eredményeinket lényegesen rosszabb körülmények között értük el, mint a fejlett országokban dolgozó kollégáink. Tőlünk a feladatok megoldása több munkát és jóval nagyobb leleményességet kívánt. Látható volt már, hogy ezzel együtt sem bírjuk sokáig a versenyt. Lemaradásunk az informatikában a mi szakmánkban azzal járt, hogy sem a mérési adatok gyűjtését, sem azok feldolgozását nem tudtuk megfelelő sebességgel végezni. Így azután elkezdődött a térvesztésünk, ami szerintem ma is tart.

— Mint a szónak nem mindennapi értelmében világlátott ember és tudományos kutató, miben látja annak az okát, hogy a két rendszer versenye az ismert módon ért véget?

— Kennedy amerikai elnök azt mondta az 1960-as évek elején, hogy embert küldünk a Holdra, továbbá azt, hogy legyőzzük a rákot. Embert tényleg küldött az Egyesült Államok a Holdra, a rákot nem sikerült legyőznie máig. Az egyik politikai döntés sikert hozott, a másik nem. A Szovjetunió ugyanilyen politikai döntés alapján lőtte fel a szputnyikokat, majd később a ma is ismeretes űrkutatási eszközeit. Hogy mibe került egy emberhordozó űrrakéta, azt a Szovjetunióban nem nagyon számolgatták. Ennek a mulasztás-

nak a közvetlen hatásai nem voltak érzékelhetőek. Egy, két, három, néhány nagyon modern terméket — például műbolygót, szputnyikot — meg lehet csinálni úgy, ahogy a magyar ember mondja, meg ahogyan csinálta is: buherálva. Egyfelől tehát ügyeskedve, másfelől meg a kalkulációval nem tördölvé. Ámde óriási mennyiséget gyártani ily módon képtelenség. Rakéták ezreit gyártani megfelelő technika és kalkuláció nélkül is lehet, ezt mutatta a Szovjetunió példája. De azt is mutatta, hogy ez az út egyenesen vezet a csődbe. A köznapi életben talán az autógyártás példája a leginkább kézzel fogható. A szocialista világnak soha nem sikerült megoldania a személygépkocsi problémát. Egyebek között azért, mert nem millió, de százazreszériákat sem lehet buherálva megcsinálni. Abban a pillanatban, amikor aprólékos kalkulációt kezdenek végezni bármilyen termék előállítására körül, azt tapasztaljuk, hogy a hagyományos ügyességet legyőzik a modern módszerek. Ami nem jelenti azt, hogy nincsen szükség a hagyományos ügyességre, leleményességre.

— Azt mondta, lemaradásunk a rendszerváltást követően is folytatódik.

— Úgy gondolom, korántsem csupán Magyarországról van szó. Félek, hogy inkább Európáról. Ha kizárólag a lakásunkban lévő tárgyakról készítettünk leltárt, azt látjuk, hogy az óra, a tévé, a hifi, a számítógép, a különféle konyha- és háztartási gépek többsége Amerikából vagy a Távol-Keletről származik. Ez azt jelenti, hogy nem Európában, hanem kívülről teremtik meg a nagy sorozatok gyártásának a lehetőségét. Viszont minél több terméket adnak el nálunk, annál több pénzt visznek el tőlünk. Ebből még nagyobb beruházásokat képesek megvalósítani, hogy még jobb technikával, technológiával, még több igényt kielégítő termékeket legyenek képesek még nagyobb sorozatokban előállítani.

— A kérdést nagyon leegyszerűsítve ez volna a helyzet: minél többet vásárol Európában annál nagyobb lesz közöttük és Amerika között a különbség Amerika javára?

— Lehet ilyen eredménye a mai fejleményeknek. Nagyon sokan úgy gondolták, hogy a Szovjetunió összeomlásával megoldódtak legnagyobb problémáink. Nem így történt. Mostanában pedig ugyancsak sokan attól várják gondjaink eloszlását, hogy az új tagoknak az Európai Unióba való felvételével egy olyan hatalmas termelői kapacitás, illetve piac jön létre, amely állja majd a versenyt a világ bármely más részével.

Kétségtelen, hogy óriási termelői kapacitást, egyszersmind piacot testesít majd meg az új összetételű Európai Unió. Csak az a baj, hogy ebben a világban nagyon sok a túlfizetett ember és túlzottan széles körű a szociális ellátás az amerikaihoz vagy a távol-keletihez képest. Hogy mit lehet mindezzel kezdeni, az természetesen politikai kérdés. Nekem azonban az a véleményem, hogy aki azt hiszi, hogy az, amit mi rendszerváltásnak nevezünk és annak gondolunk, azért volt, hogy megdöntse a kommunizmust, az nagyot téved. Ha hosszabb időtávot veszünk szemügyre, fel kell figyelniünk egy-két dologra. Például arra, hogy mi történt a második világháború után három



évtizeddel. 1975-ben Európa országai és az Egyesült Államok összegyűltek Helsinkiben, hogy ott a kölcsönös bizalom jegyében egyebek között kinyilvánítsák: a második világháború végeredménye megváltoztathatatlan, az európai határok sérthetetlenek. És mit tapasztaltunk? Azt, hogy csak negyed századnak kellett eltelnie ahhoz, hogy egy sereg új állam létrejöjjön, a legforróbb határ, a két német államot elválasztó pedig eltűnjön. Nem szeretnék valami technika-központú történelemfelfogás csapdájába esni, de azt sem gondolom, hogy azok a nagy társadalmi vívmányok, amelyek a szemünk előtt zajlanak, és amelyeknek részesei vagyunk egyáltalán nem technika-, illetve technológia vezéreltek. Annak szeretnék hangot adni, hogy szerintem nagyon komplex és globális társadalmi átalakulás zajlik ma a világban, amellyel kapcsolatban figyelmünket elsősorban a társadalom és technika közötti összefüggésekre kell összpontosítanunk.

— Ismeretes, hogy az 1975-ös helsinki konferencia másik nagy témája az információk szabad áramlása volt. Ez persze nem valósult meg teljes mértékben, de azért vitathatatlan szerepet játszott az 1980-as, 1990-es évek fordulóján történetekben. Így jutottunk volna az információs társadalomba?

— Az információnak az emberi társadalom fejlődésében mindig jelentős volt az értéke. Akinek magasabb vártoronyra telt, az messzebbre látott, hamarabb vette észre az ellenséget, több esélye volt annak legyőzésére. Az információs társadalom megléte vagy nem léte, fejlettsége vagy fejletlensége tehát nem mérhető például a számítógépek számával. Az információs társadalom minőségével kapcsolatos adat az is, hogy hány olyan lift van Magyarországon, amelynél ügyelni kell, hogy becsukjuk az ajtót, ha felmentünk vele a tizedik emeletre, mert különben nem hívható vissza a földszintre egy gombnyomással. Mint ahogy az is, hány üzletben van olyan mérleg, amelyre ha feldobok tíz deka parizert, azt is megmutatja, mennyit kell fizetnie a vevőnek. 1999 áprilisa és 2000 augusztusa között volt szerencsém Magyarország évszámkezelési kormánybiztosának lenni. Akkor végeztettünk olyan felméréseket, amelyek azt vizsgálták, hogyan terjed az információ. A felvilágosító munka keretében a kérdőívekre becsempészünk kérdéseket, amelyek azt tudakolták, milyen a számítógépek elterjedtsége. Jóval nagyobb számokat kaptunk, mint amilyeneket az elfogadott nyilvántartásokból ismerhettünk. Ekkor tűnődtem el azon, hogy ócska motorkerékpárok alvázszámáról, rendszámáról, színéről pontos kimutatást vezetünk, ugyanakkor összehasonlíthatatlanul fontosabb dolgokról nincsen semmiféle nyilvántartásunk. Mindjárt jelzem azonban, hogy ez a probléma az Európai Unióban sincs megoldva. Ha tehát holnap valaki előáll egy olyan statisztikával, amely azt mutatja, hogy Európában Írországtól Moldávián át Grúziáig szinte mindenki megelőz bennünket a számítógépellátottság vagy használat terén, kevésbé lesz hiteles, amit állít.

Különösen elgondolkodtató volt számomra az, hogy az említett vizsgálataink során újra és újra találkoztunk olyan, körülbelül húsz százaléknyi válaszadóval, aki elutasítja az informatikát. Tehát a megkérdezettek húsz

százalékától azt a választ kaptuk, hogy azért nem használják például az internetet, mert az nekik nem kell. Szóval nem azért nem használják, mert nekik nincsen rá pénzük, hanem azért, mert nincsen rá szükségük. Én ezt nagyon nem jó jelnek tartom, mert hiszem, hogy egyetlen korosztály sem mondhat le az informatikáról. Nem gondolom, hogy mindenkinek meg kellene tanulnia programozni. De ha valaki mindenféle jártasságnak híján marad, előbb-utóbb süketnémaként fog a társadalomban mozogni. Ma már némely televízió irányítója is nagyon bonyolult eszköznek bizonyulhat annak, akinek nincsenek vele kapcsolatban bizonyos ismeretei. Egyszóval én az informatika eleve elutasítását veszélyesebb dolognak tartom, mint azt, hogy állítólag kevés számítógép van az országban. De legalább ennyire problematikusnak látom azt, hogy az ország leszakadó területein a következő nemzedékeknek is nagy az esélyük arra, hogy hátrányos helyzetbe kerüljenek az informatikai képzettség területén.

— Hogyan lett önből dátumváltási kormánybiztos?

— Bizonyára szerepet játszott benne, hogy mint társadalmi kérdések iránt érdeklődő ember, elvégeztem 1995 és 1997 között a Századvég Politikai Iskolát, ahol igen sokat tanultam. Itt rendkívül tartalmas képzésben részesültem. Olyasmitől kezdve, hogy a nők szerepe Mózes könyveiben egészen Montesquieu japán recepciójáig mindenféléről írtunk esszét. Nagyon jó tanáraink voltak. És ez az iskola megint egy új közösség volt számomra. Mondanom sem kell, hogy kellő értetlenséggel nézték, hogy a műszaki egyetem professzoraként végzek ilyen tanulmányokat. Stumpf István volt az igazgatója ennek az intézménynek, ő onnan ismert engem.

— Hogyan élte meg ennek a — szó szoros értelmében — egyedülálló pozíciónak a betöltését?

— Büszke voltam a megbízatásomra. A Hungary felirat mögött ülni az ENSZ-ben nagyon felemelő érzés volt. De a kollégákkal való együttműködés is kellemes emlékeket hagyott bennem. Annál inkább, mivel az ENSZ végül összeállította a húsz legjobban teljesítő ország listáját és azon rajta volt Magyarország is. Azok a rémálmok, amelyeket az ezredfordulóval kapcsolatban nagyon sokan vizionáltak — erőműleállítások és más efféle — nem valósultak meg, sőt még apróbb zökkenők kaptak nyilvánosságot.

Egyszersmind azt is meg kell állapítanom, hogy az emberiség életében is valami kivételes dolog történt. Soha nem fordult elő ez idáig, hogy egy ENSZ-projektben 172 ország vegyen részt. Ez a munka a világon mindenkit érintett. Azokat a társadalmakat is, amelyek nem az európai időszámítás szerint működnek. Valamilyen módon mindenütt ugyanaz a kérdés merült fel: például a pénzügyi problémákban vagy a légi közlekedés gondjaiban. És ma már nyugodtan ki lehet jelteni, hogy példátlan, világméretű együttműködés jött létre. Ez az együttműködés máig él. Minden ország dátumügyi biztosa digitális nagykövetként működik. Ez azt jelenti, hogy az ENSZ folyamatosan végez bizonyos felméréseket, amelyekben a mi tájékoztató-sunkra támaszkodik. Ilyen kérdések merülnek fel: milyen egy-egy ország-



ban az informatikai biztonság helyzete, hány informatikai eszköz jut egy-egy lakosra? A dátumváltással kapcsolatban egyébként megjegyzendőnek tartom, hogy a magyar kormánynek meglehetősen kevés feladata volt velem, mi elsősorban tájékoztatással foglalkoztunk. A munka oroszlánrészét a cégek végezték. Jellemző a kormány által ráköltött összeg nagysága. Összesen 325 millió forintba plusz 500 ezer dollárba került. Ebből azonban minden fillért hazai szakértők munkájára költöttünk.

— Hogyan kell elképzelnünk a dolgot? Kikkel dolgozott? Mit csinált?

— Nagyon szorosan együttműködtem kiválóan képzett katonákkal. Nagyszerű mérnöktisztekkel például. És azt tapasztaltam, hogy kiáltó az ellentét az emberek felkészültsége és az általuk alkalmazott technika között. Nagyon nagymértékű fejlesztésre volna szükség. De dolgoztunk szintén kiváló orvosokkal is. Úgy gondoltam, hogy a munka keretében felmérhetjük, miként állunk az orvostechika területén. Arra jutottunk, hogy követhetetlen, hányféle műszertípust alkalmaznak. Hihetetlen például, hogy milyen sokféle röntgent, altatógépet. Ezeknek karbantartása, alkatrészrel való ellátása elképesztően gazdaságtalan. Nem véletlen, hogy a gazdag Norvégiában sokkal kevesebb műszertípussal dolgoznak. Vizsgálódásaink során azt is meghökkenve tapasztaltuk, hogy a magyar-vízvezeték hálózat nincs egységes rendszerbe kapcsolva. Ezt senki nem gondolná, hiszen vízvezeték több ezer éve van, míg mondjuk villamosvezeték csak száz éve, ennek ellenére ez utóbbi egységes rendszert alkot. De nemcsak a különböző vízvezeték-hálózatok nincsenek nálunk egységes rendszerben, hanem a velük kapcsolatos kommunikáció sem. Ezért aztán, ha olyasmi történik, mint a tiszai ciánkatasztrófa, nincs más megoldás, csak a lajtos-víz meg a zacskós víz szállítása.

— Mint kiderült, kormánybiztosként kivételesen széles körű ismereteket volt módja szerezni a magyar információs társadalom helyzetéről. Mit olvas ki belőle a jövőre nézve?

— Én jobban kedvelem ezt a fogalmat: tudásalapú társadalom. Az információs társadalom ugyanis szerintem azt sugallja, hogy abban az informatika, tehát a számítógép, az eszköz játssza a legfontosabb szerepet. A tudás közelebb van az emberhez és jobban kifejezi szerintem, hogy mi is annak a társadalomnak az alapja, amiben máris élünk. Ebből az is következik, hogy szerintem az oktatásnak egyre növekszik a jelentősége és a szerepe. Egerszermind úgy gondolom, hogy a nemzeti kutatásnak is nagyon megnő a jelentősége a jövőben. Nem hiszem, hogy most mélyponton volnánk, de véleményem szerint minden támogatást meg kellene adni a magyar kutatók fejlesztéséhez. 1991 óta vagyok a műszaki egyetem elektronikai technológia tanszékének professzora. Úgy látom, hogy nagyon jóképességű, jól képzett fiatalok kerülnek hozzánk.

— Milyen lehetőségeket lát a konvergenciában?

— Azt hiszem, abból éppen az oktatás profitálhat a legtöbbet. Elsősorban a multimédia alkalmazására gondolok, ami nagyon megnövelheti például

az oktatás hatékonyságát. Persze, mint mindig, a helyzet ebben az esetben is bonyolult. Hiszen itt is lesznek nyertesek és vesztesek. A felhasználók feltétlenül nyernek a dolgon, míg a gyártók nem bizonyosan, hiszen általában kevesebb készülékre lesz szükség. Terminál típusú készülékekre gondolok, olyan berendezésekre, amelyek megnövelik a több irányú kapcsolat, így az interaktivitás lehetőségét.

— Egyetemi oktatóként milyen változásokat vár az információs társadalomtól a képzésben?

— Ezzel kapcsolatban az első megjegyzésem: tévedés azt hinni, hogy az oktatás, a képzés nem egyéb, mint információátadás. Szerintem az információs társadalomban a mester-tanítvány viszony felértékelődik. A tömegoktatásnak előbb-utóbb veszítenie kell a jelentőségéből. Persze meglesz a maga funkciója. Az információs társadalomban azonban a személyes kapcsolatoknak, a személyes érintkezéseknek erősen megnő a szerepük. Sok-sok technikai eszköznek lehet igen nagy jelentősége. Így a mobiltelefonnak, az elektronikus levélnek és sok más egyébnek. Mindezek azonban együttesen sem helyettesíthetik a személyes kapcsolatokat. Annál kevésbé, mert a nevelést, a személyes példát semmi sem pótolhatja. Műveltté, civilizálttá tenni az embereket csak a személyes példa erejével lehet. Hogy valami nagyon profán példát mondjak: ismerünk kiválóan képzett embereket, akik mennek az utcán és minden lelkiismeretfurdalás nélkül eldobják a csikket.

Ezen megkötések után pedig már bátran mondom, ahhoz, hogy hallgatóink tehetségét megfelelően tudja az ország kamatoztatni, nagy szükség volna arra, hogy egy nagyon erős hardver-fejlesztés következzen be. Amit én tanítok az a mikroelektronikához kötődik. Ahogy én látom, ebben nincs több, mint tíz-tizenöt évi fejlődés, utána jön a nanotechnológia. Ma ugyanis a mikroelektronikai termelés alapja a szilícium. Ez jó, mert ez a világ egyetlen iparága, amelynek soha nem lesz nyersanyaghiánya, hiszen a földgolyó 21 százaléka szilícium.

— Ráadásul az ipar igen kis mennyiségeket igényel.

— Ma még igen. De nem biztos, hogy ez mindig így lesz. Jelenleg 40-50 centiméter átmérőjű, két méter magas, hibátlan kristályokat tudunk előállítani. Valószínű, hogy a szilíciumból szerkezeti anyag lesz a jövőben. Lehet, hogy nem hidakat építenek belőle. Kisebb tárgyak készítésére azonban máris felhasználják. Készítenek például szilícium-membrános mikrofonokat. A lényeg az, hogy idővel nemcsak a mikroelektronika számára szolgál nyersanyagul a szilícium. A feldolgozási technológia napjainkban azzal kezdődik, hogy a hatalmas kristályokat feldarabolják, azután különböző műveletek eredményeképp jutunk a chip-hez. A chip egyre bonyolultabb lesz, egyre több funkciót integrálnak bele: érzékelést, adatfeldolgozást, kijelzést. Ám ennek a technológiának már láthatóak a határai. Eddig az őriáskristályból csináltunk kicsit. Ezt követően a kicsiből rakjuk össze a nagyot. Ezt nevezzük nanotechnológiának. Tehát, ahogyan mondani szokás, paradigmatváltás előtt állunk.



Lényegében ugyanez a helyzet a rendszertechnika területén. Valószínű, hogy a jelenlegitől egészen eltérő működésű rendszerekre lesz szükség a jövőben. Az első paradigmaváltás akkor történt, amikor a vákuumcsöveket a félvezetők váltották fel. Ma úgy látjuk, hogy a jelenlegi félvezető elektronikát, technológiát már csak korlátozott mértékben lehet tökéletesíteni. Egyre jobb félvezetőket készítünk, amelyeknek a funkciói egyre bonyolultabbak. Azonban eljön az az idő, amikor már nem lehet a meglévőt tovább tökéletesíteni. Mert nem tudunk még kisebb tranzisztort készíteni. A mikroelektronika jelenleg még a szervesetlen anyagokra, a kristályokra épít. Hogy át tudjuk-e vinni a szilícium utáni világba, vagyis a szervesetlen világból a szerves világba, az a jelenlegi kutatás számára a legnagyobb kérdés és ha sikerül a megoldás, az lesz a legnagyobb lépés. Ha ez a lépés sikerül, hasonló helyzetben leszünk, mint most, hiszen nem lesznek nyersanyag problémáink, mert például szénből, a szükséges hidrogénből, nitrogénből és másból is van elegendő. Én ezért is látok nagyon nagy esélyt a mikroelektronika megújulásában, mert vele kapcsolatban nem kell nyersanyag gondokkal számolnunk ellentétben a technika oly sok más területével.

— Egy olyan kis országban, mint a miénk, mi a feladat az információs társadalom kutatásfejlesztésében? Mit kell fejleszteni és mit nem?

— Szerintem nincs szükség arra, hogy nagy projekteket indítsunk a részecskefizikában. Nem kell hatalmas távesövek készítésére törekednünk. Nem kell nagy tudományos, infrastrukturális beruházásokat végrehajtánunk. A mi méreteink azt diktálják, hogy az embert juttassuk el az eszközkhöz, nem pedig fordítva. Számunkra tehát létkérdés a nemzetközi összefogás. Ebből az is következik, hogy nekünk ott kell fejlesztenünk, ahol elsősorban szellemi beruházásra van szükség. Például az igen speciális szoftverfejlesztések területén. Vagy a mikroelektronikában, az érzékelő-fejlesztések területén.

— Beszélgetésünk folyamán már többször szóba hozta az érzékelők problémáját. Nem egy saját eredményét is említette ezzel kapcsolatban.

— Tapasztalatból tudom, hogy perspektivikus területről van szó. Az érzékelők gyártása jellegzetesen olyan tevékenység, amelyben jóval nagyobb a szerepe a szakértelemnek, a szellemi befektetésnek, mint az anyagnak. Mint említettem, pályafutásom során sok olyan technikai eszköz készítésében vettem részt, amelyben fontos szerepük volt az érzékelőknek. De szinte nincsen olyan területe az emberi tevékenységnek, amelyen ne volna szerepe a különböző érzékelő berendezéseknek. Nézzük az egészségügyet. Nélkülözhetetlen számára az emberi vér folyékonyságának a mérése, amiről már szoltam. Ez ma már a modern technika alkalmazásával úgy történik, hogy az érzékelő egy számítógéphez csatlakozik. Van egy nagyon fontos dolog, amit az érzékelőkkel kapcsolatban meg kell említeni. Jóval többféle érzékelőre van jelenlegi világunkban szükségünk, mint ahány érzékszervünk van. Számítalan olyan jelenséggel találkozunk a mindennapi életben, amelyet az ember képtelen érzékelni. Gondoljunk csak a röntgensugarak-

ra, az ultraibolya sugarakra. Ez utóbbiakkal kapcsolatban legfeljebb akkor szerzünk valamiféle tapasztalatot, ha alaposan leég a bőrünk. De említhetem a radioaktív sugarakat is. És akkor még arról nem is beszéltem, hogy érzékeink nem csupán kevesek, de meglehetősen korlátozott hatókörűek is. Így például a szaglásunk, amelynél sokkal tökéletesebb szagérzékelőkre van szükségünk. Ismeretes, hogy egy modern autóban 100-150 érzékelő működik. Itt említendő meg, hogy az érzékelés alkalmazásában a komplexebb rendszerekben — például a repülőgépeknél — sajátos filozófia érvényesül. Bizonyos hibahatáron belül nincs riasztás, mert ez a határ még nem kritikus, a rendszer tudja, hogy van valami baj, de azzal még nem érdemes a pilótát ríogatni. Ez a filozófia tehát nem a "jobb félni, mint megijedni" alapelvére épül.

De a végtelenségig lehetne sorolni, hol használnak már ma is különböző érzékelőket, és hogy mekkora ezeknek a perspektívájuk. Csak egyetlen jellemző dolgot említek. Nem olyan régen még 30 napnyi idő kellett volna ahhoz, hogy a mai adatok alapján megmondjuk, milyen idő lesz holnap. Tudjuk, a Föld időjárása végtelenül bonyolult rendszer, elképesztően sok adatot kell róla begyűjtenünk elképesztően sok érzékelővel, majd ezeket feldolgozni. Ismeretes, hogy ez ma már lényegében megoldott feladat. Az egyre modernebb informatikai rendszerek segítségével további nagy jelentőségű problémák válnak megoldhatóvá.

— Úgy érzem, hogy noha konkrétan az érzékelőkkel kapcsolatos kérdésekről beszél, annak mélyén megint csak az van, amit mostanában divatos kifejezéssel emberi tényezőnek neveznek. Vagyis hogy ennek az országnak azzal kell gazdálkodnia, amiből a legtöbbje van: az emberi tudással.

— Valóban, és én ezt nagyon tág értelemben gondolom. Régi és egyre erősödő meggyőződéseim például, hogy megfelelő eszközökkel segítenünk kell, hogy a külföldön dolgozó kiváló magyar szakemberek hazatérjenek. Egy időre vagy véglegesen. Mert nem az a baj, ha a tehetségek elmennek, hogy máshol próbálják ki magukat, vagy uram bocsá', többet akarnak keresni, hanem az, hogy végérvényesen távol maradnak a hazától és annak javára semmit nem kamatoztatnak abból, amit máshol megtanultak, netán ők teremtetek. Ez itthoni felelősség. Ugyanúgy, mint az is, hogy az innováció serkentésére létre kell hozni azokat a szervezeti kereteket, amelyek átívelnek a kormányzati ciklusokon, így a politikától függetlenül tudják szolgálni a tudományos kutatást.

— Azok a kérdések, amelyek önt foglalkoztatják, arra utalnak, hogy az ember bármilyen nehéz helyzetet is teremtsen a világban, mindig kitalál valamit, amivel megint időt nyer újabb problémák megoldására. Vajon nem lehetséges-e, hogy éppen az informatika segítségével tudunk elhárítani olyan nagy – például környezetvédelmi – veszélyeket, amelyeket ma nagyon félelmetesnek találunk?

— Ha csupán a környezetvédelmet tekintjük, azt látjuk, hogy egyre több adatunk van a bennünket körülvevő világról. Ha belegondolunk, hogy a



meteorológiai adatgyűjtés alig százhusz éves, és nem tudjuk, hogy kétszáz esztendeje milyen volt itt vagy ott a napi hőmérséklet, akkor van okunk a derűlátásra. Mert az adatgyűjtés igen nagy szolgálatot tehet. De szerintem nemcsak a környezeti és a természeti, hanem a társadalmi adatgyűjtésnek, monitoringnak is nagy a jövője. Nem tartható fenn sokáig az az állapot, hogy emberek napi egy dollárból éljenek, mások meg 10 ezerből. Persze én nem tudok olyan módszerről, amely a javak egyenlő elosztása révén meg tudná valósítani a társadalmi egyenlőséget. Az egyenlőséghez történő közelítés szerintem csak úgy képzelhető el, ha növeljük a termelést. A tudását is. És itt juthat igen fontos szerephez az informatika. Az informatikai sokszorosítás ugyanis nem csökkenti az egyedi darabok értékét. Ha egy szoftverből sok ezer darab van, az ugyanolyan szoftver marad. Ezzel szemben ha egy kenyeret ketté vágunk, az eredmény két fél kenyér lesz.

— Szóval ön optimista?

— Egészeben igen. Szerintem az orvostudomány például szolgálhat számunkra. Rövid idő alatt megszabadította az emberiséget olyan betegségektől, amilyen a Tbc vagy a gyermekbénulás. Ehhez hasonlóan nagy jelentőségű feladatokat oldhat meg a jövőben az informatika a társadalmi élet különböző területein.

**MOJZES IMRE** okleveles villamosmérnök, okleveles szabadalmi ügyvivő, szakokleveles politikai szakértő a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kara Elektronikai Technológia Tanszékének egyetemi tanára, a műszaki tudomány doktora. Alapító elnöke a Hírközlési Érdekegyeztető Tanácsnak. A hetvenes évek eleje óta foglalkozik félvezetők, ezen belül a vegyület-félvezetők kutatásával és alkalmazásával. 1948-ban Kalocsán született

Pályáját a TUNGSRAM Rt.-ben kezdte, majd az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében lett kutató, később tudományos igazgató. A hetvenes évek közepe óta folytat oktatási tevékenységet előbb mellékállásban az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen, majd 1991 óta főállásban a Budapesti Műszaki, (később és Gazdaságtudományi) Egyetemen. 1995-1999 között a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány Anyagtudományi és Technológiai Intézetében tudományos igazgató. Kormánybiztosként ő irányította a Miniszterelnöki Hivatalban a 2000. évi dátumváltással kapcsolatos országos tevékenységet, képviselve Magyarországot az Egyesült Nemzetek Szervezetében. Kutatási területei kiterjednek a vegyület-félvezető eszközök (optikai, mikrohullám) fizikájára, technológiájára, alkalmazása kérdéskörére, a mikrohullámú mérés-technika, érzékelők fejlesztésére, a fém-félvezető átmenet kialakulására, a megbízhatóság, a minőségügy alkalmazására. Jelenleg - többek között egy tört dimenziójú objektumokkal kapcsolatos képfeldolgozási alapkutatási projektet vezet. A tudományos kutatás hatékonyságáról írt értekezésével politológiai egyetemi doktori címet szerzett. Az informatika társadalmi hatásai közül a digitális szakadék kérdéskörét kutatta, ebből írta politológiai szakdolgozatát. Szaktevékenysége kiterjedt több mikrohullámú félvezető eszköz kísérleti, kissorozatú gyártásának megteremtésére több mikrohullámú szerelvény fejlesztését vezeti. 1984-ben egyike, az első videó oktatási program kidolgozóinak. Része volt több kormányprogram menedzselésében. Sikeresen vezetett mintegy hetven kutatási projektet. Több főhatóság, minisztérium rendszeresen foglalkoztatott szakértője. Így kerül kapcsolatba az ipari kutatóintézetek szervezésével, egyike az e területen új szemléletet jelentő tanulmány szerzőinek. A Hírközlési Törvény előkészítésében aktív szerepet vállalt. Tevékenysége kiterjed a megbízhatóság, minőségügy, az informatika társadalmi aspektusainak területére is. Publikációs listája 184 tudományos közleményt, 119 konferencia előadást, poszttert, 73 kutatási jelentést, 17 szabadalmat, 25 könyvet, könyvrészletet tartalmaz. Feltalálói tevékenységéért Jedlik Ányos díjjal tüntették ki, mikrohullámú fejlesztési tevékenységéért Akadémiai díjat kapott.

Az Institute of Electrical and Electronics Engineers (USA) Electron Devices Society-ben 1994-1999 között ő képviselte a Kamcsatka Grönland - Dél-Afrika háromszöget jelentő 8. régiót a szervezet Végrehajtó Bizottságában. Több hazai szakmai egyesületben visel vezető tisztségeket.

Jelenlegi közéleti funkciói a Hírközlési Érdekegyeztető Tanács alapító elnöke, a Nemzetek Háza - a Nemzetek Közötti Baráti Társaságok Szövetsége - elnökhelyettese, a Lánchíd Kör elnöke, a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács tagja. A Microsystem Technologies (Springer Verlag) szerkesztőbizottsági tagja.

2003. augusztus 8.