

## **Bojár Gábor a matematikáról**

*(Facebook-bejegyzés)*

Az építész tervező szoftverek világpiacán vezető részesedést elért Graphisoft alapítója írásában a gazdasági fejlődés és a közoktatás színvonala közötti szoros összefüggésre hívja fel a figyelmet. Példáival azt mutatja be, milyen kivételes kitörési lehetőséget jelenthetne Magyarország számára az informatikai forradalom, ha hazánk a világ csodálatát egykor kivívó matematika-oktatási hagyományaira építene.

Ezt a cikket az úgynevezett „státusztörvény” [parlamenti megszavazásának](#) napján kezdem írni. Írtam nem csupán gyermekeink és unokáink jövőjét sirató állampolgárként, hanem a kihagyott és hazánk számára talán soha vissza nem térő gazdasági lehetőség elvesztése miatt elkeseredett vállalkozóként is. Írom azért is, mert talán vállalkozó kollégáimat is fel tudom rázni azzal az üzenettel: szólaljatok meg ti is! Gondolataimat elsősorban egykori cégem, a Graphisoft tapasztalatai inspirálták. Még ha nem is általánosíthatók a konklúziók, érdemes megosztani őket.

### **Minek köszönhattük az első sikereket Amerikában?**

1989 elején nyitottuk meg irodánkat a kaliforniai Szilícium-völgyben. Az építész tervező szoftverünkkel elért kezdeti nyugat-európai eredmények után úgy éreztük, itt az ideje az amerikai piac meghódításának is. Tulajdonképpen fogalmunk sem volt róla, hogy mibe vágunk, ottani partnereink szerint ha tudjuk, el sem kezdjük az egészet. Ebben az iparágban messze az amerikai cégek a legerősebbek és a hazai pályájukon versenyezni a legerősebbekkel – enyhén szólva – bátor vállalkozás. A legnagyobb akadály azonban az a hatalmas marketingzaj, amelyben egy kicsi európai cégnek szinte reménytelen felhívnia magára a figyelmet. A sikerhez a kitartás mellett szerencse is kell, nekünk pedig szerencsénk volt az időzítéssel.

Alig melegedtünk meg a Szilícium-völgyben, amikor Magyarországon nagy dolog történt. Lebontottuk a vasfüggönyt, kiengedtük a kelet-németeket, ez ikonikus lépés volt a berlini fal lebontásához és az úgynevezett „szocialista világrendszer” összeomlásához vezető úton. Ezért Magyarország kiemelt figyelmet élvezett a világban, így Amerikában is. Csak illusztrációként egy kis helyi újság cikkeinek

arányairól: a San Franciscó-i öböl mentén fekvő San Mateo nevű városka (itt laktunk) helyi lapja, a San Mateo Times 20 oldalából 19 helyi hírekkel volt tele, csak az utolsó oldal foglalkozott a világ többi részével „Túl az Öblön” címmel. Ebből fél oldal még mindig Amerika többi része, de a világ Amerikán túli részéről szóló legutolsó fél oldalon Magyarországnak is jutott hely.

A publicitást sztorival lehet megvenni és a hazánkra irányuló figyelem közepette egy magyar cég a Szilícium-völgyben sztorinak számított. Kis irodánkban egymásnak adták a kilincset az újságírók, mi pedig boldogan és büszkén adtuk az interjúkat. Volt egy visszatérő kérdés: hogyan lehetett mindezt elérni a vasfüggöny mögött? Hiszen nem jutottunk tőkéhez (azt sem tudtunk még mi az), nem jutottunk a legmodernebb számítógépekhez sem (Magyarország rajta volt a modern nyugati számítógépek keleti exportját tiltó úgynevezett COCOM-listán), és útlevelet sem lehetett könnyen kapni nyugatra.

Mindennek ellenére ekkor már jelentős piaci részesedésünk volt Nyugat-Európában és fél év után már az amerikai piacon is látszottunk egy kicsit. Mi lehetett volna ebből a cégből, ha itt a Szilícium-völgyben alakul?! – szöjt a költői kérdés.

Itt valószínűleg nem sikerül, ami sikerült Magyarországon

– válaszoltam őszintén. Az útlevelet kisírtam a Belügyminisztériumban azzal, hogy kemény valutát hozunk az országnak; a legmodernebb PC-kezt becsempésztük a Trabant csomagtartójában; és tőke sem kellett nagyon, olcsó volt még az élet itthon és megtanultunk a vevőink pénzéből élni. (Ez utóbbit egyébként melegen ajánlom a mai vállalkozóknak is.) Mindeközben viszont

volt egy olyan előnyünk, amit a szilícium-völgyi kezdő vállalkozóknak a legnehezebb elérni: mi meg tudtuk szerezni a legjobb fiatal tehetségeket. Ott értük folyik a legádázabb verseny.

Akik biztonságra vágnak, elmehetnek egy ottani nagy sztárcéghez (Apple, Microsoft, stb.), akiben pedig van kurázi és ambíció, saját céget alapítanak. De ki megy el egy másik kezdő céghez, ahol nem garantált a siker? Nekünk ebben volt idehaza előnyünk. A magánvállalkozások korának kezdetén (az idősebb olvasók talán még emlékeznek a „gmk” és a „kisszövetkezet” fogalmára) vonzóknak tűnt egy ilyenhez

csatlakozni, a hazai állami vállalatok nem jelentettek konkurenciát a tehetségek csábításában, a nagy nyugati cégekhez pedig nem volt még egyszerű kijutni. Amikor pedig valóban hoztunk némi kemény valutát, a Graphisoft minden munkatársa megkapta a kivételes privilégiumnak számító állandó kilépésre jogosító szolgálati útlevelet. Így könnyű volt a legjobbakat felvenni. És a legjobbak tényleg nagyon jók voltak. Mert még létezett magas szintű oktatás Magyarországon, **Eötvös József** és **Klebsberg Kunó** hagyatékának maradéka, ezen belül különösen a matematikai oktatás amit a **Rákosi-** és a **Kádár-**rendszer még nem vert szét.

### **Az oktatás színvonala mint gazdasági versenyelőny**

Az úgynevezett „szoftverexport” már a hetvenes-nyolcvanas években is nagy üzlet volt, noha akkor még valójában csak szoftvermérnökök órabérben történő bérbeadását jelentette. A vevők számítástechnikai fejlesztésekkel foglalkozó nyugat-európai nagyvállalatok voltak (pl.: Siemens, Ericsson), a jó szoftveresekre már akkor is sokkal nagyobb volt a kereslet, mint a kínálat. Ezt az üzletet a nagyobb állami cégek és külkereskedelmi vállalatok fölötték le, de amikor a nyolcvanas évek elején megindultak a kisvállalkozások, ez is hamar a magánszférába ment át. Az ambiciózusabb kisvállalkozások pedig már nem álltak meg a szoftverfejlesztők bérbeadásánál, megkísérelték saját termékek kifejlesztését. A Graphisoft mellett komoly sikereket ért el a nyugati piacon az SzKI nevű állami vállalatból kivált Recognita, vagy később például a Kürt Kft. Mellettük pedig még sok kevésbé ismert, tudatosan árnyékban maradó kisvállalkozás. Köszönhetjük mindezt a még mindig jó matematikai és természettudományi közoktatásnak és az erre épülő jó minőségű műszaki felsőoktatásnak.

Amikor a világpolitikai fordulat nyomán magyarként élvezett publicitást igyekeztem kicsit szakmai síkra terelni, és a magyar műszaki tudományos eredményekre hivatkozva próbáltam cégem szakmai hátterének tekintélyt szerezni, akkor már nem jártam sikerrel. Szeretünk Nobel-díjasaink relatív nagy számával dicsekedni, de arról szemérmesen hallgatunk, hogy nagy többségük nem Magyarországon alkotta azt, amiért az elismerést kapta, ezért nem magyarnak ismeri őket a világ. Még **Neumann Jánost**, a számítógép egyik atyját sem magyarként tisztelik. Miután sokszor hivatkoztam rá, valaki egyszer megkérdezte, miért büszkélkedem annyit vele, talán rokonom volt? Mert Von Neumann, a Princeton kutatóját, alighanem csak itthon

tartjuk számon magyarként: hogy honnan jött, az Amerikában senkit sem érdekel. (Itt most csak mellékesen jegyzem meg, hogy Nobel-díjasaink többségét, ahogyan Neumann Jánost, azok sem tartották magyarnak, akik a harmincas években elüldözték őket hazánkból.)

Világhírű matematikusaink nagy többségét viszont magyarként tartják számon a világban, joggal lehetünk tehát büszkék arra a matematikai oktatási hagyományra, amit a Fasori Evangélikus Gimnáziumban Neumann János és több Nobel-díjasunk tanárának neve, **Rácz László** tanár úr is fémjelez. Jelenlegi felősktatási vállalkozásom képviseletében sokat járok amerikai egyetemeken diákokat toborozni és amikor a fogadó matematikus professzorok megtudják, hogy magyar vagyok, szinte az első kérdés, hogy mennyi az én „Erdős-számom”. (Ez a szám azt mutatja, hogy az adott tudós publikálást tekintve milyen messze van Erdős Páltól.) Mivel matematikai tárgyú publikációkkal nem dicsekedhetek, nekem nincs Erdős-számom, de Erdős professzort a világ matematikusai magyarként ismerik, és büszkék szoktak lenni alacsony Erdős-számukra.

Egy másik jellemző példával találkoztam a Columbia University-n, ahol egy fiatal matematikus, **Julianna Stockton** (leánykori neve **Connelly**, tehát nincs magyar kötődése) a magyar matematika-oktatás titkairól írta PhD-dolgozatát.

Ugyanezektől a professzoroktól hallottam egy másik színes történetet a magyar matematika tiszteletéről. Még a múlt század első felében a Princeton University-n egy **Herold W. Kuhn** nevű matematikus az úgynevezett „optimális hozzárendelési probléma” megoldásán dolgozott. Véletlenül felfigyelt egy magyar nyelvű matematikai publikációban a képletekre, ezekből látta, hogy a cikk szerzője, **Egerváry Jenő** is ezen a problémán dolgozik, sőt, mintha meg is oldotta volna. Gyorsan megtanult valamennyire magyarul, hogy megértse az egész cikket, és valóban, Egerváry megoldotta a problémát, a megoldást azóta is „Hungarian Method” néven ismerik a világban. De hogy ne menjek ennyire messzire, az eredetileg geometriai oktatási segédeszközeként megalkotott, és a világ máig legsikeresebb logikai játékaról, a Rubik-kockáról is azt tartják, hogy azt csak magyarok találhatták fel.

## Honnan eredhet mindez?

Sokak szerint nyelvünk sajátos, az indoeurópai nyelvektől eltérő szerkezete segíti a matematikai gondolkodást. Ehhez nem tudok hozzászólni, én inkább történelmi okokat vélek látni. Egy gyerekkori élményemet idézném. Hat évesen kezdtem az általános iskolát és két hét után nagyapám megkérdezte, jó vagyok-e számtanból. Jó voltam, de miért fontosabb ez, mint más, kérdeztem vissza. Mert kétszer kettő az oroszoknak és a németeknek is négy, válaszolta két világháborút és két megszállást túlélt nagyapám. Ezért gondolom, hogy a matematika tisztelete talán a túlélését segíthette viharos történelmünk sok különböző kultúrájú nagyhatalmának megszállása során.

Mivel az informatika alapja a matematika, ennek köszönhetjük, hogy a magyar programozók keresettek lettek. A rendszerváltás után pedig már nemcsak a programozóinkat keresték az informatikai világcégek, hanem kutató-fejlesztő központokat telepítettek Magyarországra. Így lett Budapest az otthona az Ericsson egyik legnagyobb fejlesztő központjának, és ha csak szűkebb környezetben, a Graphisoft Parkban nézek körül, ott is sok nagy világcég kutató-fejlesztő központját találjuk. Több mint ezer szoftverfejlesztőt foglalkoztat nálunk Európa legnagyobb szoftveróriása, a német SAP, és 1998 óta nálunk van a világ legnagyobb szoftvergigásza, a Microsoft magyarországi vállalata is.

A közel száz informatikai kis- és nagyobb vállalkozás között a Graphisoft Parkban működik a digitális filmgyártásának technológiát fejlesztő, Hollywoodnak szállító DIGIC Pictures nevű vállalat, a félvezető-fejlesztést kiszolgáló amerikai Silicon Labs, vagy Európa második legnagyobb gyógyszergyárának, a Servier-nek egyetlen Franciaországon kívüli kutató-fejlesztő központja.

A hazai alapítású és világsikert elért magyar szoftvercégek fentebb említett első generációját is újabbak követték, legismertebbek a prezentációs szoftverével a Microsofttal konkuráló Prezi, a video-streaming technológia egyik vezetője a Ustream (ők az IBM része lettek) és a New York-i Nasdaq-on jegyzett LogMeIn. A bizalmas adatok biztonságos tárolását kínálja a világ erre érzékeny cégeinek a Tresorit, a Shapr3D nevű startup-vállalkozás pedig tableteken forradalmasítja a háromdimenziós tervezést.

## De miért csak ennyi?

Ezek a példák jól hangzanak, de a szoftveripar lehetőségeit tekintve sajnos a sikertörténetek száma nagyon alacsony. Felvetődik a kérdés:

miért nem valósult meg az „Internet Királynőjének” is hívott **Esther Dyson** jóslata, amely arról szól, hogy matematika-oktatási kultúrájára építve az informatikai forradalom egyik győztese lehet a piacgazdaságra átálló Magyarország?

Esther publikált először az informatikai forradalom várható társadalomátalakító hatásáról. A kilencvenes években sokat járt Magyarországon, keresve azokat a vállalkozókat, akik ezt a páratlan kincset, a matematikai kultúrát üzleti sikerré konvertálják. De miért nem valósult meg Esther Dyson álma, miért csak ilyen kevés globális bajnokot talált Magyarországon?

Sokan abban látják ennek okát, hogy műszaki tudományos és matematikai kultúránkhoz nem társul elegendő menedzsment- és üzleti tudás. Ebben is lehet valami, de azt hiszem nem ez a fő ok, idézhetném nagy világcégekben felsővezetői karriert befutott honfitársaim listáját. Az az igazi baj, hogy a kincset érő oktatási kultúránk mára elolvadt. Nemcsak a korábbi magyar sikertörténeteket nem követik újabb hazai alapítású informatikai startupok ezrei, de a multik is leálltak magyarországi kutató-fejlesztő bázisaik növelésével. Megkérdezhetjük őket miért, a válasz egyértelmű: ma már nem kapják meg azokat a jól képzett szakembereket, akiket egy-két évtizede még megkaptak. Nincs utánpótlás, közvetlenül is érzékelhető az oktatás züllése.

Egy rövid kitérőt tennék érzékelteni, milyen hatalmas gazdasági lehetőséget hagyunk ki.

## Ipar 4.0? Sokkal több!

2016-ban, a davosi Világgazdasági Fórumon hangzott el először a „Negyedik Ipari Forradalom” kifejezés, ezzel a címmel a Világgazdasági Fórum alapítója, **Klaus Schwab** könyvet írt, és azóta elterjedt az „Ipar 4.0” megjelölés. De azt hiszem Klaus Schwab tévedett, mint ahogy Neumann János is tévedett, amikor „gépnek” nevezte alkotását. Azt hitte, hogy gépének fő feladata a bonyolult számítások automatizálása.

Hasonló tévedésben volt, mint **Kolumbusz Kristóf**, aki azt hitte, hogy új utat fedezett fel Indiába és élete végéig nem tudta, hogy sokkal többet, új világot fedezett fel. Neumann János is csak gyorsabban és pontosabban akart számolni, nem sejtve hogy gépének legegyszerűbb műveletével, a „compare”-rel, két bit összehasonlításával, hogy egyeznek-e, új világot fedezett fel. Ez az egyszerű művelet ugyanis az alapja a keresésnek, tehát a digitálisan tárolt szinte végtelen méretű információtömegben bizonyos minták beazonosításának.

Klaus Schwab könyvének bevezetőjében ezt írja: „... az új technológiai forradalom nem kevesebbet jelent, mint az emberiség átalakítását. Egy olyan forradalom kezdeténél vagyunk, amely alapvetően változtatja meg életünket, munkánkat és egymáshoz való viszonyunkat.” Ezzel száz százalékban egyetértek. De amikor a robotokat, a drónokat, a holdraszállást, a távsebészetet, a 3D-nyomtatást, az önvezető autót vagy akár a mesterséges intelligenciát sorolja az informatikai forradalom leghatásosabb termékeiként, és az ipari forradalom egyes mérföldköveivel állítja párhuzamba az egész informatikai forradalmat, akkor azt hiszem, félreérti a lényegét. A Google Search már eddig is sokkal jobban megváltoztatta „életünket, munkánkat és egymáshoz való viszonyunkat”, mint az önvezető autó fogja, ha elterjed végre. Ha a napjainkban zajló informatikai forradalom várható hatásának mértékét szeretnénk érzékeltetni, akkor ezt nem az ipari forradalom egyes fejezeteihez kell hasonlítani, hanem inkább két korábbi „informatikai forradalom” hatását érdemes nézni.

Az első informatikai forradalom a homo sapiens által megvalósított szofisztikált információcsere, a tagolt beszéd megjelenése volt, mintegy negyven-, ötvenezer évvel ezelőtt. Ez tette képessé az embert viszonylag bonyolult szerszámok és fegyverek (kőbalta, dárda, nyíl, stb.) megalkotására, a beszéd révén tudott a hordáknál nagyobb és jobban működő törzseket megszervezni, ez tette a homo sapiens-t erősebbé minden más állatnál. Őseink azt is felismerték, hogy a megőrzött információ mennyire értékes, ezért élveztek az őskori törzsek öregjei kiemelt státuszt, mint az információ őrzői.

A következő informatikai forradalmat az írás, tehát az információ tárolásának fejlettebb módja hozta el, elérhetővé téve a generációk által felhalmozott információt, időbeli és térbeli korlátok nélkül. Az írás nyomán civilizációk és birodalmak születtek.

A nemzedékek gyűjtötte és írásban megőrzött információ révén a tudás kumulatívává vált és bekövetkezett az úgynevezett „információrobbanás”, már a kétezer évvel ezelőtti alexandriai könyvtár félmilliónyi kötetét sem lehetett könnyen feldolgozni. Ez a kihívás hozta el napjaink informatikai forradalmát, a digitálisan tárolható, akár végtelen mennyiségű információ feldolgozásának képességét. Ez a harmadik (digitális) informatikai forradalom igazi jelentősége, és azt hiszem, nem szakmai sovinizmus mondatja velem, hogy a „negyedik ipari forradalom”, vagy „Ipar 4.0” megjelölés alábecsüli napjaink forradalmának valódi súlyát.

Még nem tudhatjuk, hogy mindez hová vezet. Az egymással beszélő, összetett információt cserélő homo sapiens sem sejthette eleinte, hogy ez teszi majd képessé fegyverek magalkotására, mellyel a Föld legerősebb élőlényévé válik. A sumérok sem sejthették még, hogy a felfedezésük, az írásban megőrzött, kumulatívává váló tudás nyomán gazdag civilizációk születnek. Mi sem tudhatjuk még, hogy hová vezet a végtelen mennyiségű információ feldolgozását megoldó harmadik informatikai forradalom, de annyit megjósolhatunk, hogy az előző kettőhöz hasonló méretű változásokhoz.

### **Ezt hagyjuk ki!**

Mivel az informatikai alapja a matematika, az informatikai forradalommal Magyarország előtt óriási lehetőség nyílt. Akár az ipari forradalmat is nézhetjük analógiaként arra, hogy nagy változásokkal járó időszakban hogyan tehetnek hagyományai győztessé egy nemzetet. A korábban nem túl gazdag Anglia úgy lett az ipari forradalom győztese, hogy előzőleg a nagy felfedezéseket követő gyarmatosítási versenyt nyerte meg. És a gyarmatosítási versenyben miért győzött, miért tudta legyőzni az előtte legsikeresebben gyarmatosító spanyol birodalmat? Arra gondolok (és elnézést a történészeketől, ha ez túlzott egyszerűsítés), hogy talán azért, mert az angolok szigetországban élvén jobban tudtak hajózni, és volt egy kivételesen ügyes hajósuk, **Francis Drake**, aki legyőzte a náluk sokkal nagyobb spanyol armadát. Ehhez persze az is kellett, hogy legyen egy olyan uralkodójuk I. Erzsébet személyében, aki felismerte a lehetőséget, felismerte, hogy a nagy felfedezések után a világtengereken dől el a világ sorsa, ezért erőforrásait hajóhad építésbe fektette.

Ma az ipari forradalomnál sokkal jelentősebb informatikai forradalomban az lehet győztes, aki világtengerek helyett a cyber-térben tud jól hajózni. A cyber-tér meghódítására alkalmas „hajóhad” pedig az informatika alapját jelentő matematika magas szintű oktatása. Az lehet most a győztes, akinek ebben vannak erős hagyományai. Ehhez persze az is kellene, hogy az uralkodó felismerje a lehetőséget.

Mostanában vállalkozási ismereteket oktatok fiatal vállalkozó-jelölteknek. Az egyik első órám arról szól, hogyan válasszunk piacot. Ne azt nézzük, melyik a legjobb piac, hol van egy „rés”, amit még nem fedezett fel senki, hanem azt, mi miben vagyunk jobbak versenytársainknál és ahhoz keressük meg a piacot. Nem érdemes egy nagy piacért küzdeni, ha abban mások jobbak lehetnek. Az sem baj, ha a mi tudásunkat értékelő piac nem nagy, kis piacon kisebb a tülekedés. Persze az a legjobb, ha a tudásunkat értékelő piac nagy. Magyarország a sors adományaként most kivételesen szerencsés helyzetbe került. A világ által elismert és csodált matematikai hagyományainkat a világ szoftverpiaca értékeli, ez nagyon nagy, és növekvő piac. Nagyobb, mint a gépkocsikba kerülő akkumulátorok piaca, még akkor is, ha az elektromobilitás rohamos terjedésével az akkumulátorok piaca is gyorsan nő. Továbbá ami az akkumulátorokhoz kell (nyersanyag, víz és rengeteg energia) abban semmi előnyünk nincsen. Az akkumulátor-technológiához nem értek, de innovációban, vállalkozásban és ezek finanszírozásában van tapasztalatom. Mivel még a jelenleg elérhető legmodernebb akkumulátorok kapacitása is jóval kisebb, töltési ideje pedig jóval hosszabb, mint amit a belsőégésű motorokhoz szokott felhasználók elvárnának, biztos vagyok benne, hogy világszerte kis- és nagyvállalkozások ezrei dolgoznak jobb megoldásokon, szinte korlátlan tőkével. Ennek pedig előbb utóbb lesz eredménye, és akkor a magyar adófizetők pénzéből mára már közel 1500 milliárd forint támogatással kistafírozott akkumulátorgyárak elavulnak.

De ha a versenypiacon történő (ezért inkább elkerülendő) állami beruházásoknál tartunk, akkor említsük meg a Vodafone megvásárlást ([660 milliárd](#)) és a Liszt Ferenc repülőtér visszavásárlási tervét is 1700 milliárdért. Ez összesen közel 4000 milliárd. Mennyi kellene ahhoz, hogy oktatási rendszerünk újra világszínvonalú legyen és ezzel kiaknázzuk az informatikai forradalom kínálta kivételes lehetőséget? Nézzük ezen elkerülhető beruházások folyamatos kamatterhét, hiszen mindegyik

növeli az államadósságot. Jelenleg a 16%-os kamatot fizető inflációkövető államkötvényeket reklámozza az állam,

ezzel számolva a 4000 milliárdnyi felesleges beruházás éves kamata 600 milliárd, tehát havi 50 milliárd. Körülbelül 100 ezer pedagógussal számolva (talán még van ennyi) ez pedagógusonként havi 500 ezer forint. Ekkora átlagos bruttó béremeléssel ez újra egy vonzó szakma lehetne, Magyarország pedig egy sikeres ország.

Bp, 2023. július