

Miért Neumann elvű a számítógép?

A számítástechnika hőskorára vonatkozó bejegyzéseket kerestem az interneten. Nagyon sok honlap idősorokban próbálta rendezni a számítástechnika fejlődésének jelentős eseményeit. Mindent mérföldkőnek neveztek el. A legrészletesebb táblázatban már naponta egy-egy mérföldkövet tudtak felsorolni. A „mérföldkövek” egy-egy berendezés vagy egy új program (verzió) bejelentése volt. Ebben a sok „yard-kavics-özönben” egy idő után felismertem valódi mérföldköveket is, amelyeknek két jellemzőjét találtam. Az egyik esetben a piacra gyakorolt hatás volt a kiemelkedő (PC, Palm, iPhone) más esetben a kulturális hatás volt nagyon nagy (BASIC, Macintosh, www). Ezzel a látásmóddal igyekszem válaszolni a címbe feltett kérdésre.

Egy másik felmerülő kérdés az volt, hogy miért tudott Neumann János oly sikeresen bekapcsolódni az ENIAC/EDVAC fejlesztési munkáiba, miközben a Manhattan tervben dolgozott akkor.

Tehát miért is Neumann elvű a számítógép? [1] Erre a kérdésre lehet egy kézenfekvő választ adni, 1945-ben Neumann János a „First Draft of Report on the EDVAC” [2] című dolgozatában a világon elsőként *publikálta* ezeket az elveket.¹

A történet azonban összetettebb és bonyolultabb. Nagyon sok dolgozat születik a világon és csupán a tudománytörténések fedezik fel, ha egyáltalán felfedezik azokat. A „First Draft” azonban egy ismert, sokszorosan hivatkozott publikáció volt. A kérdés inkább az, hogy a „First Draftban” leírt gondolatok miért hatottak a világra olyan maradandó módon, hogy még ma is, 67 év elteltével, döntő többségben Neumann elvű számítógépeket használunk.

Kezdjük a múlt század közepén akkor, amikor a negyvenes években megérett a helyzet az elektronikus számoló és számítógépek kidolgozására. Ekkor már a magányos zenik korszakával szemben, a jelentős alkotók mellett fejlesztő csoportok alakultak ki, és az eredményeket már várva várták a háború lázában égő katonák.

Ekkor alkotott **Kozma László** Antwerpenben a Bell európai leányvállalatánál. Telefonközponti berendezéseket felhasználva, távgépíróra mint munkaállomásra alapuló egy központú, többfelhasználós könyvelési rendszert tervezett és épített meg. Sajnos a háború miatt leszerelt és Amerikába tartó berendezéseit valószínűleg egy tengeralattjáró süllyesztette el. [3] [4]

¹Neumann elvek:

1. Teljesen elektronikus számítógép
2. Kettes számrendszer használata
3. Belső memória alkalmazása
4. Tárolt program elve
5. Univerzális számítógép

Konrad Zuse Németországban készítette a híres *Z* sorozat gépeit, de a találmányára befogadó közeg híján csak 1945-ben figyeltek fel. Munkásságának nyomai sokáig csak a zürichi egyetem falain belül maradtak meg. Minkettőlük esetén a tudománytörténetesek nyomozásai alapján adózhatunk csodálattal a teljesítményüknek. [5]

Kicsit szerencsésebb volt **John Vincent Atanasoff**, aki az IOWA állami egyetemen elsőként alkalmazott elektronsövet kapcsolóként.² [6] 1939-ben kezdett fejlesztés során Atanasoff feltalálta a DRAM működési elvét, ami a forgó dob palástjára helyezett kondenzátorokkal oldottak meg. Bináris aritmetikát készítették **Clifford Berryvel** együtt, azonban célgépként – 30 változós lineáris egyenletrendszert megoldó berendezésként – építették meg művüket, az ABC számológépet. Sajnos itt is közbeszólt a háború és Berryt behívták katonának. A munka abbamaradt, ugyancsak abbamaradt a megkezdett szabadalmaztatási eljárás is. Atanasoff a háborúban más témát kapott és bontakoztatta ki alkotói tevékenységét. [7] [8]

Szerencsére **John Mauchly** [9] aki korábban analóg számítástechnikával foglalkozott, részt vett Atanasoff gépének egyik bemutatóján. ezt követően 1941 nyarán egy hetes látogatást tett Atanasoffnál, ahol részletesen megismerte az ABC berendezést és még a teljes dokumentációt is elolvashatta. [3]

Ebben az időben **Howard Aiken** a Harvard egyetemen, az IBM támogatásával Babbage differenciál engine elvei alapján relés³ számítógépet épített, amely 1944 februárban készült el. [10] Aiken tervezte számológép felépítését Harvard architektúrának nevezik.⁴ A számológép építése közben szerzett tapasztalatok az IBM célberendezéseknél, és jóval később, a beágyazott rendszereknél hasznosultak. [11]

A relés technika csúcsát a Bell laboratóriumában alkotó **George Stibitz**-féle gépek képviselik. [12] Első gépe a Modell K 1937-ben készült el. Második gépe a Complex Number Calculator 1940 januárjában számolt először. Későbbiekben hadi megrendelésre folytatta a fejlesztéseket, és további négy, egyre gyorsabb és gyorsabb típust tervezett és épített meg. Ezekről a gépekről több, mint 50 év elmúltával is feltűnően kevés információ található a neten. (*G. Stibitz talán*

²Az elektronső a tranzisztorokat megelőző időszak egyetlen erősítő tulajdonságokkal rendelkező áramköri eleme. A vákuumban lévő, úgynevezett katódot izzítják, ahonnan elektronok lépnek ki és a pozitív feszültségre kapcsolt anód felé repülnek, de a katód és az anód között lévő rácsra kapcsolt negatív feszültség korlátozza (szabályozza) az átfolyó áramot. A szabályozás lehet ki- bekapcsolás (ez a logikához jó) vagy a rácsfeszültséggel arányos kimeneti áram (az erősítőkhöz jó)

³A relé az elektromágnessel működő kapcsoló. Reléből is lehet vezérlő és logikai áramköröket építeni.

⁴Harvard architektúra: az adat-memória és az utasítás-memória külön csatornára van szervezve. Nem kell azonos szóhossz legyen a kérféle memóriában. Nincs online utasítás módosítási lehetőség ezért ROM-ból dolgozó gépeket lehetett építeni. Nincs verseny a memóriabuszon az adat és az utasítás között.

ismerhette Kozma László szabadalmait)

Az óceán túlsó partján Anglia 1939 óta élet-halál harcát vívja a hitleri Németország ellen. A háború egyik frontja a rejtjelzés megfejtése volt. Ebben részt vett a zseniális matematikus **Alan Mathison Turing** aki meghaladta Babbage elképzeléseit és a számítási feladatok megoldhatóságának matematikai alapjait alkotta meg. [13] [14] Turing részt vett a kódfejtő „Bomba” továbbfejlesztésében és a Colossus megalkotásában, de ezeket az eredményeket 50 éven keresztül titokban tartották. A világháború után új gépek kezdett tervezni, de a megvalósításhoz nem kapta meg a támogatást.⁵ Az ötödik tervén alapuló gépet nélküle, sokkal később építették meg.

Mielőtt a legnagyobb gépre az ENIAC-ra térnék meg kell említeni két további szereplőt. **Vannevar Bush** az elektromechanikus analóg számítógépek (differenciális analízátor) vezető alkotója egy korosztállyal idősebb volt és az első világháború után specializálódott az akkori analóg technikára, amelynek gépei dinamikájában elég jól teljesítettek, de pontosságuk nem érte el a kívánatos szintet. [15]

A princetoni IAS-ben alkotó **Norbert Wiener**, a kibernetika elismert tudósa, a háború alatt a léghárító ágyuk célzóberendezésén dolgozott. [16]

Herman Heine Goldstine [17] 1942-ben az USA háborúba lépésekor matematikai előadói állását otthagya bevonult katonának. A Ballisztikai Kutató Laboratóriumban a tüzérségi táblázatok számítását végző csoportot vezette. Olyan mennyiségű táblázatot kellett volna kiszámolni, hogy 100 computer (számításokat végző nő) mechanikus asztali számítógéppel 4 év alatt végzett volna a feladattal. Azt is kiszámolta, hogy relés géppel érdemben nem lehet meggyorsítani a löelem táblázatok elkészítését. Ennek tudatában pártolólágg lépett fel, amikor 1943-ban a Pennsylvanai Egyetemről Mauchlyék olyan elektroncső alapú számológép javaslati terveit mutatták be, amelyeknél az előzetesen becsült összeadási és szorzási idők 3 nagyságrenddel kisebbek voltak, mint ami a relés gépeken elérhető (1000-szeres gyorsulás!). A Pennsylvania egyetem megkapta a támogatást az ENIAC megépítésére, és a továbbiakban Hermann Goldstine személyesen vett részt az ENIAC fejlesztésében. John Mauchly szerencséjére találkozott **Presper Eckerttel** [18] a fiatal, radartechnikai feladatok megoldásán edződött elektromérnökkel, aki zseniális tervezőnek bizonyult, sőt a gép építését is biztos kézzel vezette.

Az ENIAC, amely 30 hónap alatt 200 000 munkaórával készült el, 15x30m helyet foglaló 30 tonnás monstrum volt, és amelybe 18 000 elektroncsövet építettek be. Az ENIAC nem mai értelemben vett számítógép volt, hanem *mechanikus fogaskerekes számológépek együttműködő csoportjának elektroncsöves szimulátora!* Az ENIAC bemutatta az elektroncső fölényét minden más kapcsolóval szemben, de

⁵Turing, mint Babbage nem tudta abbahagyni a tervezést, mert egyre jobb és jobb ötletei voltak. Így újra meg újratekerte a tervezést, miközben még nem fejezte be az előző tervet. Ezért állították meg az ACE tervezésében.

mintaadó berendezésnek nem tekinthető, sem struktúrája, sem mérete, sem bekerülési ára alapján. Építés közben felismerve a jobbítási lehetőségeket, egy új gép körvonalai kezdtek kibontakozni a csoport előtt, amelyre a hadsereg szintén támogatást adott.

Következő szereplőnk **Neumann János Lajos**, [19] [20] aki a 30-as évek közepétől folyadékok és gázok dinamikájával, különösen turbulenciákkal foglalkozott. Akvitan kereste azt a berendezést amivel a turbulenciákat leíró nemlineáris parciális egyenletrendszert numerikusan meg lehet oldani, ugyanis analitikus megoldás nem létezik. Különleges matematikai képességeit felismerve Amerikában több helyen tanácsadóként alkalmazták. Ebben a szerepben lehetősége volt olyan fejlesztéseket is megismerni, amelyek ekkor még nem voltak nyilvánosak. 1933-tól Princetonban az IAS matematika professzora volt. Itt megismerte Wiener és Turing tevékenységét, Boole munkáit és a ráépülő matematika aktuális eredményeit, megismerte Stibitz és Aiken erőfeszítéseit is. Los Alamosban, a Manhattan projekt résztvevőjeként, gyakorlata volt relés számítógép alkalmazásában és az emberi számológépes csoportok szervezésében is. Ezen túl saját kutatásai is voltak a logikai gépek elméletében.

1944-ben az Aberdeni pályaudvaron találkozott H. Goldstine Neumann Jánossal. Beszélgetés közben szóba került, hogy egy másodpercenként 333 szorzást elvégezni képes számológép épül. A beszélgetést látogatás követte, a látogatásból munka kapcsolat alakult ki, és Neumann János John Mauchly csoportjához csatlakozott. Együttesen dolgozták ki a higanyos késleltető művonalas memória rendszerhez legjobban illő soros aritmetikájú EDVAC terveit. Ezeknek az elképzeléseknek írott formába öntése Neumann Jánoshoz fűződik. A többiek ugyanis szabadalmi megfontolásokból nem adták a nevüket, Neumann által megfogalmazott műhöz, az 1945-ben keletkezett „First Draft”-hoz. A „First Draft”-ban megfogalmazásra kerültek a „szükséges és elégséges” alapelvek, amelyek mind a mai napig meghatározzák a számítógépek működésének fő kereteit⁶. [2]

1946 nyarán a Pennsylvania Egyetem Moore School⁷ fakulásán továbbképzést⁸ tartottak a számítógépet építeni szándékozók számára. [21] Az előadók többek közt H. Aiken, G. Stibitz és az ENIAC gépet építő csapat tagjai voltak, valamint Neumann János is. A hallgatók között az ipar, a hadsereg és az egyetemek képviselői ültek. Közülük kiemelném az utolsó két hétben jelenlevő **Maurice Vincent Wilkes**-t aki a világon először épített teljes értékű számítógépet a „First Draft”-ban leírt elvek szerint. Ez volt az 1949 májusában elkészült ED-SAC. [22]

Neumann és Goldstine a „First Draft” megjelenése után Mauchly-Eckert párostól elválva – akik a BINAC UNIVAC vonalat vitték tovább – az EDVAC-on is túllepő fejlesztésre összpontosítottak. Meghatározták, hogy a logikai tervezésnek

⁶ A korábban épített gépekben az 5 alapelv közül maximum négyet alkalmaztak.

⁷ University of Pennsylvania's Moore School of Electrical Engineering

⁸ Theory and Techniques for Design of Electronic Digital Computers

meg kell előzni az áramköri tervezést. A közel egy év alatt jobb utasításkészletet terveztek, és megalkották a programozás alapjait is. Neumann kiszámolta, hogy az egyszerűbb vezérlés következtében a párhuzamos aritmetikájú gép kevesebb elektroncsövet tartalmaz mint a soros aritmetikájú gép, miközben a szóhosszal arányos sebesség növekedést kaphatnak. Az új gép tervezése során sok mindent megoldottak, azonban ipari kivitelező vállalatot nem találtak. [23] Végül a Princetoni Egyetem IAS intézetében fogtak hozzá a hadiipar által is támogatott munkához. A párhuzamos aritmetikával jól együttműködő memória kiválasztása és megépítése volt az alapvető nehézség. A memória megtalálásában és a megbízhatóság növelése érdekében is sokat fáradoztak **Julian Bigelow** [24] vezette műszaki csapat tagjai. 1951 nyarán a részlegesen elkészült géphez Los Alamosból érkeztek programozók, akik év végére befejezték a feladatukként kapott nukleáris számításokat, ezzel a gép működőképességét és hatékonyságát is igazolták. 1952-re hivatalosan is átadták a berendezést. Menet közben minden tervezési dokumentumot megküldtek a Nemzeti Könyvtárba, „amerikaiak számára szabad betekintés” megjelöléssel. Azoknak az egyetemeknek és intézeteknek is küldtek a tervekből, akik ezt kérték. Így az IAS géppel párhuzamosan több gép épült [25] és közel egy időben el is készültek. A gépek programozási értelemben nem voltak kompatibilisek, mert a perifériák és a memóriarendszerek⁹ mindenütt a lehetőségeknek megfelelően változtak. Arról is lehet tudni, hogy a későbbiekben a helyi feladatoknak megfelelően más és más új és új utasításokat is beleterveztek a gépekbe.

A történetek alapján elmondható, hogy egységes tervezői gondolkodásmód terjedt el szerte Amerikában. [17] A Neumann elvek szerint épült IAS gép felépítése követőkre talált a számítógép előállító vállalatoknál is. A Mauchly-Ecker páros a BINAC és UNIVAC tervezése után a Remington Rand vállalatnál tervezett modelljükénél már figyelembe vették az IAS tapasztalatait. Másodikként említtem, hogy az IBM-nél elsőként a nagy sikerű 701 modelljükénél az IAS rendszerét vették át, és Neumann tanácsadóként alkalmazták.

A történet sok részletét elnagyoltam, különösen a megvalósítások során felmerült technikai nehézségeket. A dolgozatban csak azt kívántam érzékeltetni, hogy Neumann a kor tudását integrálta, és matematikusi precizitással fogta rendszerbe. A Neumann elvek behatárolnak egy olyan gépmegvalósítást, amelyre bármilyen utasításkészlettel rendelkező absztrakt gépet lehet építeni (igazából programozni) – és egy megfelelő cél-utasításkészlettel felvértezett géppel minden „kiszámítható feladat” megoldható.

A Neumann vezette csoport által létrehozott IAS-gép kultúra teremtő alkotás volt, ezért tartja mind George Dyson [26] mind Kovács Győző egyaránt a modern számítógép nagyapjának az IAS gépet, szemben az általános vélekedéssel, amely az ENIAC-ot véli annak.

⁹ A memória, a ferritmemória megalkotásáig (MIT 1952), a legkiforrotlanabb legmegbízhatatlanabb része volt a számítógépeknek.

Hivatkozások

- [1] <http://www.kobakbt.hu/jegyzet/inftort/inftort.htm>
- [2] First Draft of a Report on the EDVAC – From the companion CD-ROM to the IEEE CS Press book, „The Anatomy of a Microprocessor: A Systems Perspective” by Shriver&Smith
- [3] Kovács Győző, Válogatott kalandzásaim Informatikában Gáma-Geo Kft., Masszi kiadó, 2002
- [4] Kozma László, Egy kossuth-díjas börtönévei, Új Mandátum, 2001
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/zuse> – melynek végén bőséges link választék visz tovább
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/john_vincent_atanasoff
- [7] <http://johnatanasoff.com/>
- [8] On October 19, 1973, Judge Earl R. Larson made public his ruling on the ENIAC case. According to the US statutory judicial procedure, Justice Larson issued a court ruling on the merits of the evidence, a summation, and a court verdict, which resulted in a total of 420 pages of material. The court verdict said: „With this Verdict the Court has ruled that the Patent of ENIAC - US Patent, Serial No. 3 120 606, issued to the Illinois Scientific Developments Incorporated, is hereby declared null and void.”
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/John_Mauchly
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Howard_Aiken
- Harvard Mark I. eredeti gépkönyv szerinti sebességi adatok:
- | Művelet | Idő | Ciklusszám |
|------------|----------|------------|
| összeadás | 0,3 sec | 1 |
| kivonás | 0,3 sec | 1 |
| szorzás | 6 sec | 20 |
| osztás | 11,4 sec | 38 |
| logaritmus | 68,4 sec | 228 |
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Harvard_architecture
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/Complex_Number_Calculator
- [13] T. Dénes Tamás, Titkos számítógéptörténet, eVilág kiskönyvtár, 2003
- [14] <http://www.computer50.org>
- [15] http://en.wikipedia.org/wiki/Vannevar_Bush

- [16] http://en.wikipedia.org/wiki/Norbert_Wiener
- [17] H. H. Goldstine, *A számítógép Pascaltól Neumannig*, Műszaki könyvkiadó, 1987
- [18] http://en.wikipedia.org/wiki/J._Presper_Eckert
- [19] http://en.wikipedia.org/wiki/Von_Neumann
- [20] <http://www-pool.mathematik.hu-berlin.de/~mrw/Dozente...>
- [21] http://en.wikipedia.org/wiki/Moore_School_Lectures

28 students were invited to attend the Moore School Lectures, each a veteran engineer or mathematician:

- Sam N. Alexander, Edward W. Cannon, and Roger Curtis of the *National Bureau of Standards*
- Mark Breiter *War Department's Office of the Chief of Ordnance*
- Arthur B. Horton, Warren S. Loud, and Lou D. Wilson *MIT*
- David R. Brown and Robert R. Everett *MIT Servomechanisms Laboratory*
- Frank M. Verzuh *MIT's Rockefeller Electronic Computer Project*
- Howard L. Clark and G.W. Hobbs *General Electric Co.*
- R.D. Elbourne *Naval Ordnance Laboratory*, who worked for John Vincent Atanasoff
- Herbert Galman and Joshua Rosenbloom *Frankford Arsenal*
- Orin P Gard *Wright Field's Armament Laboratory*
- Simon E. Gluck *Moore School*
- D.H. Gridley and Louis Suss *Naval Research Laboratory*
- Samuel Lubkin *Aberdeen Proving Ground's Ballistics Research Laboratory*
- James T. Pendergrass *OP-20-G CNO Navy Department*
- David Rees *Manchester University, England*
- Albert Sayre *Army Security Agency*
- Phillip A. Shaffer, Jr. *Naval Ordnance Testing Station, Pasadena, California*
- Claude E. Shannon *Bell Telephone Laboratories*
- Albert E. Smith *Navy Office of Research and Inventions*
- Maurice V. Wilkes *Cambridge University*, who joined the course only for its final two weeks after numerous problems with his travel
- H.I. Zagor *Reeves Instrument Company*

Uninvited attendees saw at least some of the lectures:

- Cuthbert Hurd *Allegheny College*
- Jay Forrester *MIT*

[22] http://en.wikipedia.org/wiki/Maurice_Wilkes

[23] Michael R. Williams, *A History of Computing Technology*, IEEE Computer Society Press, 1995

[24] http://en.wikipedia.org/wiki/Julian_Bigelow

[25] http://en.wikipedia.org/wiki/IAS_Computer
Some of these „IAS machines” were:

AVIDAC (Argonne National Library)

GEORGE (Argonne National Library)

ILLACI (University of Illinois at Urbana-Champaign)

JOHANNIAC (RAND)

MANIAC I (Los Alamos National Library)

ORACLE (Oak Ridge National Library)

ORDVAC (Aberdeen Proving Ground)

SILLIAC (University of Sydney)

[26] George Dyson, *The birth of the computers*, TED előadás, science-dokumentaries.com/?p=940