

## Kovács Győző: A számítógép-fejlesztés korai szakasza Magyarországon

### 2. függelék

H. H. Goldstine könyvében a magyar számítástechnika történetére nem tért ki. Úgy véltem, a könyvet nem szabad e nélkül megjelentetnünk, ezért a szerző engedélyével megpróbálom bemutatni a hazai számítástechnika gyökereit (embe-reket, gépeket és rendszereket), amelyek – véleményem szerint – mai helyze-tünket is meghatározták.

Nem nagyon régen foglalkozom a „gyökerek” kutatásával, így ez a rövid ta-nulmány hiányos. Nem sikerült elég időt szakítanom például a hazai mechani-kus számológépek fejlesztésének és gyártásának tanulmányozására, pedig az ügyvitel-gépesítés korai fázisában ezek a gépek igen fontos szerepet játszottak.

Az Apám<sup>1</sup> felső kereskedelmi iskolai könyvvitelt, számvitelt, gép- és gyorsírást tanított; a háború előtt Baján laktunk. Miután a szakmáját kiválóan értette, sok gyárnak és kereskedés-nek (Kattarinka Cipőház, Uttry testvérek fa- és vasüzem, valamint kereskedés, Bettelheim és fiai textilkereskedő és mások – akikre emlékszem) volt a könyvszakértője és sokszor a köny-velési ellenőre is. Év végi zárások és revíziók előtt éjjel-nappal dolgozott – éjjel főleg otthon. Hozta a jellegzetes Tartozik – Követel fejlécű papírokat, amelyeken irtózatos tömegű számso-rokat kellett összeadni. Anyám<sup>2</sup>, de főleg én voltam a számológép (ma is, ha egy hosszabb számsort kell összeadnom, szívesebben végzem fejben, mint géppel), és számoltuk az oszlopo-kat; közben apám a hibákat kereste, hogy miért nem egyezik a vízszintes és a függőleges sor végeredménye, hogy hol rejtőzik az a bizonyos 1 filléres különbség. Ha akkor csak egy OHDNER rendszerű összeadónk lett volna, akkor bizony hónapok kulimunkájától szabadul-tunk volna meg – de nem volt.

Talán ebből a rövid kis családi történetből is látszik: érdekes lenne feltárni, hogy a magyar termelővállalatok, kereskedők elkezdtek-e, ill. mikor kezdtek el „számológépesíteni”, és a két háború közötti időszakban milyen hazai kézi, fél-automata és automata-mechanikus, ill. elektromos számológépeket használtak az üzleti életben. Ez az összefoglalás a kérdés megválaszolásával adós marad.

A történetet a 30-as évekkel kezdem, és valahol az ötvenes évek végén feje-zem be, ezért az igazi jó címe a következő soroknak az lehetne, hogy:

<sup>1</sup> Dr. Kovács Győző (1906–1985).

<sup>2</sup> Steiner Erzsébet, Dr. Kovács Győzőné

*Nemes Tihamér* (1895–1960) postamérnök a harmincas években kezdett el – ma úgy mondanánk, hogy – kibernetikai gépek tervezésével foglalkozni. Posztumusz munkáját<sup>3</sup> barátai rendezték sajtó alá, bemutatva sokirányú érdeklődését, számos tanulmányát és találmányát, amelyeknek a legnagyobb részében „az emberi cselekvés és gondolkodás megismerését mérnöki módszerekkel, szerkezeti elemekkel, áramkörökkel közelíti meg.”<sup>4</sup> A színes televízióra vonatkozó szabadalmi az emberi látást, a fából készült zsebméretű logikai gép (15. kép) és a sakkozó (16. kép), illetve sakkfeladványt fejtő gépről szóló dolgozatai az emberi gondolkodást, a lépkedő gépre vonatkozó szabadalma az emberi mozgást modellezte.

*Kozma László* (1902–1983) mérnök, akadémikus pályája a mai Egyesült Izzóban telefonműszerészként kezdődött, mérnöki diplomáját Brünneben szerezte. 1930-tól a Bell Telephone antwerpeni gyárában telefonközpont-fejlesztőként dolgozott, az azt követő néhány éves tevékenysége részben a számítástechnika belgiumi történetéhez tartozik. 1938-ban megbízták ugyanis, hogy tervezzen és építsen a gyárban használatos telefonközpont-elemekből automata számológépet. Decimális gépet tervezett, amelynek a legfontosabb eleme a 11 ívpontos kapcsológép volt<sup>5</sup> (17. kép). Ezt a szabadalmat további kilenc követte, amelyek közül talán a géptávírókkal és mágneshuzalos tárolókkal távfeldolgozási üzemben működő könyvviteli rendszert<sup>6</sup> (18. kép) kell kiemelni. A központi számológépet (CAL) a távírótechnikában használatos kapcsológépek (SW1, 2 és 3) kapcsolták vagy a hívó és kiíró távgépírókhoz (TP és TB), vagy pedig a tárolókhoz (MTR 1, 2 és 3). A rendszer PHT és PHR nevű elemei gondoskodtak arról, hogy a számológépbe csak számok juthassanak be, és más távgépíró-vezérlőjelek ne.<sup>7</sup> A háború közeledtével a gyár angol igazgatója a megszállók elől a gépeket Amerikába küldte, ahová azok sohasem érkeztek meg.

A háború után 1955-ben tervezte és építette meg a Budapesti Műszaki Egyetem első és egyetlen jelfogós bináris számítógépet, a MESz 1-et (19. kép). A gép programvezérelt, de a szó ismert értelmében nem tárolt programú volt. A berendezés kb. 2000 darab (10-féle) jelfogóból épült, az adatokat bebillentyűzték, az eredmény kiírására egy írógépet alakítottak át, a billentyűket elektromágnesek húzták meg. A fogyasztás kb. 600–800 W volt. A programot egy kézzel röntgenfilmre lyukasztott programlapon tárolták. A gép egycímű utasításokat használt, egy lapra 45 utasítás fért rá (5 bit a műveleti kód, 7 bit az adat címe), ezenkívül 9 konstans. A jelfogós adattárban 12 db 27 bináris számjegyű számot lehetett tárolni. A gépben automatikus 10→2 és 2→10 átalakító volt beépítve.<sup>8</sup>

A gép építésében részt vett Werner János (Svédország); majd a továbbfejlesztésében Frajka Béla docens (BME), az egyetem oktatója.

<sup>3</sup> Nemes Tihamér: *Kibernetikai Gépek*. Akadémiai Kiadó, 1962.

<sup>4</sup> I. m. Bognár Géza akadémikus bevezető írása Nemes Tihaméréről.

<sup>5</sup> *United States Patent Office* – US Szabadalmi Hivatal, 2, 344, 885. sz. szabadalom. *Electrical Calculating Equipment* Elektromos számológép. A feltalálók: Ladislav Kozma és Jakob Kruthof Antwerpen, Belgium, a jogutód (assignor) International Standard Electric Corporation, New York, N. Y. Bejelentés: 1939. nov. 9., Serial No: 303, 504. Nagy-Britanniában 1938. okt. 21.

<sup>6</sup> *United States Patent Office* 2, 645, 420. sz. szabadalom *Calculator Equipment Working with Teleprinter* – Távíróval működő számológép. A feltalálók: William Hatton, Great Neck, N. Y. Leslie Baines Haigh, West Orange, N. J. és Ladislav Kozma, Budapest, Hungary. A jogutód: International Standard Electric Corporation, New York N. Y., a Corporation of Delaware. Bejelentés: 1947. júl. 1. Serial N°: 758, 274. Nagy-Britanniában: 1940. febr. 16. Section 1. Public Law 690, Aug. 8. 1946. A szabadalom kiadása: 1960. febr. 16.

<sup>7</sup> *Rádióinterjú*. Készítette Esti Judit és Kovács Győző, 1980.

<sup>8</sup> Kozma László, *Mérnöki tevékenységem az elektronikus számológépek „őskorában”* Magyar Tudomány I. szám, 1973.

A gép kb. 10 évig működött, ma a nagyobbik része az Országos Műszaki Múzeum raktárában van elhelyezve, a számítógépet a Neumann János Számítógéptudományi Társaság a Múzeummal közösen többször kiállította.

*József Attila Tudományegyetem (JATE), Szeged*

*Kalmár László* akadémikus (1905–1976), matematikaprofesszor – aki más tárgyak mellett a formális logikát is előadta az egyetemen – tervezte meg és Muszka Dániel nevű munkatársával 1958-ban meg is építette a Kibernetikai Laboratóriumban az ún. Szegedi vagy Kalmár logikai gépet (20. kép). Egy háromvezetékes huzalrendszerrel lehetett programozni, jelfogókból és számjegyekből összeszerelt vezérlőmű vizsgálta meg a programozott logikai feladat minden egyes variációját, és megállapította, hogy a kívánt bonyolult ítéletsorokból álló összetett ítélet milyen feltételek mellett igaz vagy hamis.<sup>9</sup>

A gép egyrészt sikeres kísérlet volt, másrészt gyakorlati feladatokat is megoldottak segítségével, pl. telefonközpont-kapcsolások ellenőrzését végezték el, illetve vasútbiztosító áramköröket vizsgáltak. A gép főleg az oktatás céljait szolgálta; a széles nyilvánosságnak a gépet az 1960-as Budapesti Ipari Vásáron (BIV) mutatták be.

Kalmár László a halála előtti években egy új, „formulavezérlésű” gépet tervezett, amelyet az emberi kommunikációhoz közel álló módon lehetett volna programozni. Terveinek befejezését korai halála akadályozta meg.

Muszka Dániel és Király József még a logikai gép befejezése előtt bemutatták az ún. „Szegedi katicabogarat”, ami a pavlovi feltételes reflexek és egyéb agyi funkciók analógiájára működött.<sup>10</sup> (21. kép)

A szegedi egyetemen készült berendezések voltaképpen a számítógépes szakemberek képzését és főleg később – amikor az egyetemnek már számítógépe is volt (az M-3 került ide 1965-ben, lásd később) – a szoftverfejlesztést szolgálták. A JATE gyakorlatilag 1960 óta a programtervező matematikusok képzésének egyik központja.

*A Magyar Tudományos Akadémia Kibernetikai Kutató Csoportja (MTAKKCS)*

1956-ban a Műszeripari Kutató Intézet egyik osztályaként alakult meg azzal a céllal, hogy megtervezze és megépítse az első magyar elektronikus számítógépet. Tarján Rezső, aki az osztály vezetője, majd pedig a KKCs igazgatóhelyettese volt (1908–1978), egy rádióinterjúban<sup>11</sup> elmondta, hogy a csoport egy ENIAC alapokra épülő számítógép, a B-1 (Budapest-1) megtervezését tűzte ki célul. Az osztály munkatársai a számítógép alapáramköreinek tervezését (pl. elektroncsöves flip-flopok) és a nikkelhuzalos késleltető művonalak építését megkezdték. 1957-ben az Osztály a Magyar Tudományos Akadémiához került önálló kutatócsoportként; igazgatójául Varga Sándort, helyettesévé pedig Tarján Rezsőt nevezték ki.

Varga nem fejleszteni akart, hanem számítógépet építeni, és azt a lehető leggyorsabban befejezni. Eltúrta a fejlesztéseket, a KKCs-n belüli önképzést és továbbképzést, de közben előkészítette egy akkor közepes méretűnek számító és a Szovjetunióban „frissen” tervezett számítógép, az M-3 terveinek átvételét, és a tervek alapján a gép megépítését.

<sup>9</sup> Tábori András: *Logikai gép készül Szegeden*. Népszerű Technika, 1958.

<sup>10</sup> „Emlékező” és „felejtő” műkaticabogár. Népszerű Technika, 1958. ápr.

<sup>11</sup> *Rádióinterjú Tarján Rezsővel*. Készítette Egyed László és Kovács Győző, 1978.

A vita talán még ma sem ült el arról, hogy Varga döntése helyes volt-e vagy sem – nekem az a véleményem, hogy helyes – ti. a B-1 egészen biztosan nem épült volna meg 1959-re, hiszen a kutatócsoport munkatársai a megbízható impulzustechnikai áramkörök tervezése és építése területén nagyon kevés tapasztalattal rendelkeztek. Sokszor annak is örültünk, ha egy 5–6 tagból összeállított bináris számláló működött.

Miután a magyar ipar az akkori, az M-3 számítógépben használt fő elektroncsőtípusokat (6H6 = 6N6 és 6Ж4 = 6Zs4), valamint a kapuáramköröket alkotó kuprox diódákat nem gyártotta, ezért a KKCs a gép valamennyi alkatrészét a Szovjetunióból rendelte meg.

A magyar M-3 (22. kép) egyszerre épült a szovjetunióbeli prototípussal; ennek a két gépnek az építését nem sok késéssel követte egy harmadik, Kínában, illetve egy negyedik Észtországbán.

1985-ben az IFIP 25 éves jubileumi kongresszusán – így hozta a sors – a záróbanketten a kínai delegáció asztalához kerültem. Rövid beszélgetés után kiderült, hogy asztalszomszédom prof. Sun Qiangnan<sup>12</sup> is az M-3-nál kezdte a szakmát; annyira megörültünk egymásnak, hogy azóta is tartjuk a „lelki rokonságot”.

Az M-3 még soha meg nem épített terveiben nagyon sok logikai, de elektronikai hiba is volt, ezeket részben a nagyon ritka szovjetunióbeli konzultációk alkalmával, részben pedig önállóan javítottuk ki úgy, ahogyan az akkor szokásos volt. Ezért a két, a szovjet és magyar gép nagyon sok megoldásában eltért egymástól.

Az a véleményem, hogy a KKCs egykori munkatársai azért érezték és érzik ma is magukénak a gépet, mert annak tervezése legalább 30...50%-ban a csoport munkája volt, és – ellentétben a néhányszor hallott véleménnyel – nem szolgai másolás.

Az M-3 építési munkáit Szanyi László, Bóka András (csak rövid ideig dolgozott a gép építésén), Dömölki Bálint (matematikus volta ellenére vállalta a számítógép megépült részeinek tesztelését és javítását, végül a gépet az ő irányítása mellett fejeztük be), Molnár Imre (a tápegység egyik tervezője, a gép tesztelésében és élesztésében vett részt), Szentiványi Tibor (kezdetben a mágnesdobos tároló elektronikus részét élesztette, de részt vett a dob galvanizálásában is; később a mágnesszalag illesztésén dolgozott, ami végül nem készült el), Dr. Edelényi László (a mechanika és az alegységek gyártását vezette, a mágnesdob gépészeti terveit adaptálta, ez volt a legnagyobb érdeme), Vasvári György (igazgatóhelyettesként később csatlakozott a csoporthoz, a gép befejező elektromos szerelését vezette), Podhradszky Sándor (később felvett nevén Alexander Röhrich, NSZK<sup>13</sup>), a bemenő – kimenő egység konstrukciója, azaz a Siemens T 100-as géptávíró és a Ferranti lyukszalagolvasó illesztése volt a feladata). Vele dolgozott Horváth László postamérnök (a Siemens géptávíró szakértője) és Csikós László távíróműszerész, később csatlakozott a csoporthoz Németh Pál (egy ferritgyűrűs kísérleti memória kifejlesztése volt a feladata, sajnos nem készült el), Drasny József (az aritmetikai egység üzembeállításán dolgozott, a gép egyik fő tesztelője, számos érdekes munka, pl. játékprogramok szerzője)<sup>14</sup>. Végül jómagam, Kovács Győző (részben a tápegység másik tervezője voltam, ezen kívül a mágnesdob áttervezése volt a feladatom, továbbá a két mágnesdob összekap-

<sup>12</sup> Prof. SUN QIANGNAN Beijing Information Technology Institut, Senior Technical Consultant.

<sup>13</sup> Podhradszky Sándor: *Az M-3 gép bemenő berendezése*. MTA Számítástechnikai Központja Tájékoztató 6. sz. 1961. jún., 99–110. old.

<sup>14</sup> Drasny József: *Tanulóprogramok az M-3 számítógépre*. MTA SzK Tájékoztató 10. szám. Budapest, 1966. március, 178–188. old.

csolása, az elektronikus vezérlő- és kapcsolórendszer megtervezése és megépítése). A számítógép-építés sikeres befejezésében és a gép üzembe helyezésében fontos szerepe volt a technikus és szakmunkás kollégáknak, így Kardos Kálmán (a mágnesdob üzemben tartásában, beállításában és mérésében jeleskedett), Ábrahám Istvánnak, Ficza Sándornak, Horváth Máriának (később Kis Istvánné) és Csendes Józsefnek (a naponkénti tesztelés, az üzemi feltételek megteremtése volt a feladatuk). A műhely vezetőjének, Dani Jánosnak és három szakmunkás kollégáknak a nevét feltétlenül meg kell jegyezni: Jámbor Antal és Suhajda János és Piller Ignác készítették el a legfontosabb mechanikai elemeket és a rendkívül pontos munkát kívánó mágnesdobot.

A csoport arra készült, hogy titokban egy második számítógépet is megépít, amelyhez szükség volt a teljes magyar nyelvű és egységes dokumentációra. Az eredeti orosz nyelvű anyagot ezért átdolgoztuk, az általunk végzett módosításokkal és a saját magunk által tervezett és épített részek tervrajzaival és leírásaival összeszerkesztettük. Ezt a dokumentációt Dr. Edelenyi László vezetésével Ercsei István és Pólya Endre készítették, a terveket Kovács Győzőné (Müller Katalin) és Molnár Elza rajzolták. Megjegyzésként ide kívánczik, hogy az Akadémia vezetése Varga Sándor „illegális” gépépítési terveit „leleplezte” és a munkát haladéktalanul leállította. Ez volt az egyik oka – valószínűleg későbbi leváltásának is.

Az Esti Hírlap 1959. jan. 21-i számában közölték: „Elkészült az első magyarországi elektronikus számológép”. Az átadás előtti ellenőrzésre Varga Sándor meghívta a Szovjetunióból az M-3 egyik konstruktőrét, G. P. Lopato villamosmérnököt, aki az átadás-átvételi tesztelésen is jelen volt, végül aláírásával hitelesítette az okiratot, miszerint a gép elkészült és az üzemeltetése megkezdhető.

Varga Sándor ezután átszervezte a csoportot – azt hiszem – ebben az időben kapott az intézmény új nevet, és lett a Magyar Tudományos Akadémia Számítógépközpontja. Üzemeltetési osztályt hozott létre, amelynek vezetőjévé engem – Kovács Győző – helyettesévé pedig Molnár Imrét nevezte ki, később Drasny József lett a helyettesem. A számítógép első operátora Várkonyi Zsolt volt, majd Kovács Győzőné, Gótzly Ilona és később Varga Gabriella végeztek operátori munkát.

Az üzemeltetési problémák nagyon hasonlóak voltak ahhoz, amit H. H. Goldstine is leírt az ENIAC, ill. az IAS gép esetében. A legnagyobb gondot az elektroncsövek okozták. A gép átlagban 1 1/2 műszakot üzemelt, ha jól emlékszem, a hét öt napján, tehát kb. 240...280 órát havonta. A felhasznált szovjet csövek kb. 600 üzemórára voltak méretezve. Annak ellenére, hogy az üzemi paramétereket alacsonyabb értékre választottuk, nagyon sok elektroncsőhiba volt, és ezek (Murphy törvényének megfelelően) többnyire a számítások közben jöttek elő. A megelőzéshez egy sor tesztet készítettünk (főleg Dömölki Bálint, Drasny József és Podhradszky Sándor) – ezek egy része olyan feladatok futtatásából állt (lásd. IAS számítógép), amelyeknek részeredményeit és végeredményét is ellenőrizni tudtuk. A megállásból – meglehetősen bonyolult okoskodással – következtetni lehetett a hibára, pl. a hibás csőre. Egyszer Varga Sándor elrendelte, hogy bizonyos időközönként ki kell cserélni a gép valamennyi csövét. Az újakat csak égetés (meghatározott ideig tartó üzemi körülmények közötti működtetés) és bemérés után lehetett a gépben használni. Ezek az intézkedések valamit segítettek, de a kb. ezer csőnek meghatározott időnként cseréje igen drágának bizonyult.

Egy másik hibaforrás a mágnesdob volt. A gép bekapcsolásakor a hőtágulás miatt az eredetileg üzemi körülmények (szobahőmérséklet) mellett beállított fix

író-olvasó fejek – a melegedés hatására – közelebb kerültek a felülethez, ami óhatatlanul azt jelentette, hogy a néhány tíz  $\mu\text{m}$  vastag mágneses réteget a fejek egyszerűen lenyúzták az alapterestről. Volt ugyan 9 tartalék pálya, de ha nem voltunk elég gondosak, akkor a pályák gyorsan elfogytak, és a felületet újra kellett galvanizálni, ami nem volt olcsó multság. Ezért azután elkezdtük fűteni a mágnesdob mechanikát, a fűtés éjjel-nappal ment, így a külső hőmérséklet változása nem okozott több problémát. A gépet folyamatosan továbbfejlesztettük.

A legnagyobb vállalkozás a teljes gép áttervezése volt, mert az alegységekben a csöveket ki kellett volna cserélnünk hosszú élettartamú (3000 órás) rádiócsövekre, amelyeket az Egyesült Izzó akkor már gyártott. A munka elkezdődött, a központi egységben néhány alapegységet átméreteztünk, de a teljes gép átalakítása elmaradt (23. kép).

Először a mágnesdob vezérlőjét terveztük át, és egyben megoldottuk két mágnesdob összekapcsolását is (a munkáért én – Kovács Győző – és Kardos Kálmán voltunk a felelősek). Következő fejlesztésként az intézet 1 kszó tárolási kapacitású ferritgyűrűs tárat vásárolt, amellyel a gép teljesítménye kb. 30  $\text{m}\ddot{\text{u}}\text{v}/\text{s}$ -ról 1500  $\text{m}\ddot{\text{u}}\text{v}/\text{s}$ -re növekedett (24. kép). Közvetlenül az üzemeltetés megindulását követően egy Ferranti fotoelektromos lyukszalagolvasót illesztettünk a géphez, mert a Siemens gépadóval a beolvasás túl lassan ment. Az illesztést Podhradszky Sándor tervezte, és valósította meg.

Ismét egy történet. Amikor a gép csak mágnesdobos operatív tárral működött, a lámpák villogásáról szemmel is meg lehetett állapítani, hogy milyen feladat fut a gépen. Amikor az első feladat a ferrittárral lefutott, senki sem akarta elhinni, hogy helyes eredményt kaptunk, mert a korábban néhány perces számolás 1-2 másodperc alatt elkészült. Majdnem elkezdtük keresni a hibát, hogy miért állt le ilyen gyorsan a gép.

A hatvanas évek elején a központ munkatársai a gépet továbbfejlesztették, pl. új utasításokat építettek bele<sup>15</sup>, zenélő adapter készült, amelyet a gép vezérelt stb.<sup>16</sup>

A KKCs-nak (majd később az SzK-nak) csak egyik feladata volt a számítógép építése és üzemeltetése, ezzel párhuzamosan elkezdődött a programfejlesztés és a leginkább számítógépre illő alkalmazási feladatok kiválasztása, algoritmizálása és programozása. A matematikai osztályt Sándor Ferenc (ma: Svédország) vezette; sok fiatal, az egyetemen akkor végzett matematikus dolgozott az osztályon, mint Márkus Emília (Hajnal Andrásné), Dömölki Bálint (később az osztály vezetője), Szelecsán János, Veidinger László, Lócs Gyula, Révész György, Frey Tamás (később Aczél István halála után az MTA SzK igazgatója) és mások.<sup>17</sup> Munkájuk eredményeképpen mire a gép elkészült, egy sor program is készen állt a futtatásra (25. kép).<sup>18</sup>

<sup>15</sup> Dömölki Bálint: *Új utasítások az M-3 gépen, és azok felhasználási lehetőségei*. MTA SzK Tájékoztató 7. sz., Budapest, 1961. dec., 93–102. old.

<sup>16</sup> Drasny József és Kovács Győző: *Hangképzés és dallamprogramozás az M3 számítógépen*. MTA SzK Tájékoztató, 10. szám. 1966. márc., 168–177.

<sup>17</sup> Néhány tanulmány a matematikai osztály munkáiból, az M3-on futtatott feladatok közül.

Veidinger László: *A Csebisev-féle értelemben legjobb közelítések numerikus előállításáról*. MTA SzK Tájékoztató 6. sz., 1961. jún., 35–44. old.

Révész György: *A Ganz-Jendrasik-rendszerű befecskendező-szivattyú dugattyújának mozgástörvényei és az előrefutó nyomáshullám meghatározása*. Ugyanott 61–64. old.

Frey Tamás: *Programozási feladatok megoldása lineáris feltételi egyenletek esetén*. MTA SzK Tájékoztató 7. sz., 1961. dec., 153–164. old.

<sup>18</sup> Néhány dolgozat az első alkalmazási eredményekről az M-3-on.

Kornai János – Frey Tamás: *A pamutszövő iparág optimális beruházási tervének meghatározása lineáris programozással*. MTA SzK Tájékoztató 6. sz., 1961. jún., 53–60. old. Martos Béla – Kornai János – Nagy András: *Lineáris programozási modell a magyar alumíniumipar távlati terveihez*. MTA SzK Tájékoztató 7. sz., 1961. dec., 53–74. old.

Emlékszem, a gépnek a befejezése előtt kb. egy hétig haza sem mentünk az intézetből, mert a gépnek készen kellett lennie. Hibákat kerestünk, tesztek futtattunk, vezetékek lóg-tak a levegőben, és az alvatlanságtól szédült műszakiak (ide számítom most Dömölkit is) próbálták a hibákat megtalálni. Ebben a hangulatban jelent meg időnként Veidinger László, a próbafuttatásra kijelölt programozó – aki szintén nem mehetett haza –, egyik kezében egy kulccsal, amivel állandóan játszani szokott, a másikban egy tekercs lyukszalaggal, és megkérdezte: „Urak, kezdhetem?”

Erős „társaságot” gyűjtött össze a Dr. Aczél István (Varga leváltása után neveztek ki a KKCs igazgatójává) a Közgazdasági Osztályra, itt dolgozott Krekó Béla, Kornai János, Jándy Géza, Tardos Béla, Kiss Imre, Kovács Péter és mások. Emlékezetem szerint sok más probléma mellett két nagy feladattal birkóztak: az egyik egy hatalmas  $1000 \times 1000$ -es termátrix megoldása volt az Országos Tervhivatal részére, a másik az Árhivatalnak különféle ármodellek számítása.

A nagyon kis kapacitású M-3 nem tudott nagy mennyiségű adatot tárolni, ezért a matematikai és a közgazdasági osztály összefogott, hogy megfelelő numerikus módszert dolgozzon ki az akkor óriásinak számító mátrix szeletelésére és részekben való megoldására. A Tervhivatal és Varga Sándor nem voltak elég türelmesek, ezért a feladatot kiküldték a BESZM-II-re<sup>19</sup>, hogy a nagyobb gépen majd gyorsabban elkészül. A kialakult helyzet „huszáros” rohamra ösztökölte az SzK munkatársait, beleértve bennünket, műszakiakat is. Ismét kb. egyhetes folyamatos éjjelnappali munkával megszületett az eredmény, előbb, mint a BESZM-II-ön. Ha jól emlékszem, ezért rendkívüli jutalmat kaptunk, 7000 Ft-ot (nem egyenként, hanem együtt az egész társaság).

Különféle műszaki fejlesztések is folytak az SzK-ban, pl. Hatvány József NC-vezérlést fejlesztett szerszámgépekhez, Münnich Antal titokzatos elektronikus áramköröket tervezett és nyelvészeti problémák számítógépes megoldásával foglalkozott, mint Kiefer Ferenc és Varga Dénes is. Bóka András Ladányi Józseffel<sup>20</sup> és Czili Gyulánéval ferritgyűrűs áramkörökkel (Maglogal, ferritváltató automata), Németh Pál pedig transzfluxorokkal kísérletezett.<sup>21</sup> Különféle áramköri fejlesztéseket végzett Szűcs Károly és Bányai Ferenc.

Az MTA SzK sikerének kell elkönyvelni, hogy a Romániában fejlesztett első számítógépekhez, MECIPT 1 (Temesvár) és a Román Tudományos Akadémiára (Bukarest) az MTA SzK-ból szállítottunk összesen 1+3 db mágnesdobot. A temesvári gép élesztésében részt is vettünk (Kovács Győző, Kardos Kálmán és Jámbor Antal). Ez a számítógép és a magyar mágnesdob ma a temesvári Bánáti Múzeumban van kiállítva.

A budapesti M-3-at 1965-ben, amikor az új Ural 2 gép már működött, leszereltük, kitisztítottuk, felújítottuk, és a Szegedi József Attila Tudományegyetem Kiberetikai Laboratóriumában helyeztük üzembe, ahol 1968-ig szolgált. Akkor leszerelték, szétszedték és az alkatrészeit az egyetem intézetei között osztották szét.

A KKCs korai történetének befejezéseként egy utolsó történet arról, hogy hogyan is született a „számítógép” szó.

<sup>19</sup> A. P. Jersov: *A Szovjetunió elektronikus számítógépeiről és a Szovjet Tudományos Akadémia Számítóközpontjáról*. Az MTA KKCs rendezésében 1958. nov. 3-án tartott előadás szövege. MTA KKCs Tájékoztató 3. szám, 1959. május. A BESZM I-et Lebegyev akadémikus tervezte, 1953-ban helyezték üzembe. 1958-ban a memória 1024 szavas ferritgyűrűs volt. (1 szó = 39 bit.) Háromcímű utasításrendszer, lebegőpontos. Működési teljesítmény 8000 műv/s. Van egy 5000 szó kapacitású mágnesdobja, és négy mágnesszalag kapcsolható még hozzá. A BESZM II. ferritmemóriája 2048 szó, működési sebessége 9-10 000 műv/s.

<sup>20</sup> Bóka András: *Négyzöghiszterézisű ferritek mágneses mérései*. MTA SzK Tájékoztató 6. szám, 1961. jún., 65-72. old. Bóka András és Ladányi József: *Mágneses – févvezetős logikai alapegységrendszer (MAGLOGAL)* MTA SzK Tájékoztató 7. szám, 1961. december, 111-126. old.

<sup>21</sup> Németh Pál: *A transzfluxor mint építőelem*. MTA SzK Tájékoztató 9. szám, 1963. dec., 147-163. old.

Az M-3 építésekor a berendezést igen egyszerűen „elektronikus programozott digitális automatikus számológép”-nek hívtuk, ami nagyon elegáns név volt, de túl hosszú. Münnich Antal találta ki, hogy nevezzük számítógépnek. „Ezzel az elnevezéssel az egyszerű, négy alapl műveletes gépeket megkülönböztetjük – mondta – a tárolt programú gépektől.”

A műszakiak és az alkalmazók azonnal az új elnevezés propagálói lettek, de nem úgy a matematikusok nagy része. Felsorakoztattak a számológéphívők táborába olyan nagy tekintélyű tudóst is, mint Kalmár László, aki a számítógép szót sohasem fogadta el. Nekem a „számológépesek” alábbi két érve tetszett a legjobban:

- a repülőgépet sem nevezték soha „repítő” gépnek;
- a számítógép nem egy becsületes gép, ti. mindig számít valamire; egy szóval a kifejezés erre a egyszerű alkotásra – dehonesztáló.

A viták ma sem szűntek meg, a számítógép kifejezéssel kapcsolatban ma újabb probléma keletkezett, ugyanis a gép nem csak számokkal dolgozik, sőt az esetek nagy részében inkább írott, rajzolt, hang és képi információval végez feldolgozást többet, mint számokkal. Így ma egy újabb tábor alakult ki, aki elveti mind a számológép, mind pedig a számítógép kifejezést, és a komputer vagy – hallottam! – komputer szavakat használja (úgy magyarul, ahogyan leírtam). Ugy látszik, hogy hosszú időre megtaláltuk a szakma „gumicsontját”, amelyet talán még a következő generáció is sokáig rághat.

### *Végül az M-3 műszaki adatai*<sup>22</sup>

Fő részei:

1. bemeneti berendezés;
2. memória (mágnesdob, később ferrit is);
3. központi vezérlőegység;
4. műveleti vezérlőegység;
5. aritmetikai egység;
6. kimeneti berendezés;
7. tápegység.

#### *1. Bemeneti berendezés:*

- a) Siemens T100 távgépíró, gépadó
  - 5-csatornás telekkód,
  - beviteli sebesség 7 kód/s.
- b) Ferranti fotoelektromos lyukszalagolvasó
  - 5- és 8-csatornás kód,
  - beviteli sebesség 300 kód/s.

#### *2. Memória:*

- a) Mágnesdob
  - Először 1024 kszó (31 bit/szó) volt, majd elméletileg  $2 \times 2$  kszó, gyakorlatilag viszont  $2 \times 1,6$  kszó kapacitású háttérmemóriává fejlesztettük. (A Ni-Co, azaz nikkel-kobalt felületre az adott mágneses írófejekkel nagyobb írássűrűséget nem lehetett elérni).
  - A dob fordulatszáma 3000/min.
  - Az információ átlagos elérési ideje  $\Delta t = 10$  ms.
- b) Ferrittár, 1 kszó kapacitással.

#### *3. Vezérlőegység:*

- A gép kétcímű volt, az utasítás felosztása a 31 bites szóban: 1 bit előjel, 6 bit műveleti kód, 12 bit első cím, 12 bit második cím.

<sup>22</sup> Kovács Győző: *Az M-3 számítógép rövid ismertetése*. Kiadatlan kézirat, 1959.



#### 4. Műveleti vezérlőegység:

- A gép öt alapműveletet végzett: + , - , × , ÷ , ∩ a (logikai szorzás).
- Az utasításkészlet kb. 50-féle utasítást (beleértve a vezérlési utasításokat is) tudott végrehajtani.

#### 5. Aritmetikai egység:

- Négy regisztert tartalmazott: A és B a két operandus részére, D az átviteli regiszter és a C az eredményregiszter.
  - Egy-egy művelet elvégzéséhez szükséges idő a regiszterekben: összeadás:  $\approx 60 \mu\text{s}$ , kivonás:  $\approx 70\text{--}120 \mu\text{s}$ , szorzás:  $\approx 1,9 \text{ ms}$ , osztás:  $\approx 2,0 \text{ ms}$ .
- Egy utasítás végrehajtása során előfordulhatott, hogy háromszor is a mágnesdobhoz kellett fordulni (kb. 30 ms), így a műveletvégzéshez szükséges teljes idő a memória írás-olvasás idejének volt a függvénye. Ezért kellett nagyon gyorsan az operatív memóriát egy ferritmemóriával kicserélni. A mágnesdobok ettől kezdve háttértárolóként működtek.

#### 6. Kimeneti berendezés:

- Ugyancsak Siemens géptávíró, amelynek kiírási sebessége kb. 7 leütés volt másodpercenként.

Az M-3-ban kb. 500 aleggység, 1000 elektroncső, 5000 kuprox dióda, 4000 ellenállás, 3000 kondenzátor volt. A gép fogyasztása 10 ~ 15 kW lehetett.

*Epilógus.* Az MTA Számítóközpontját a hatvanas évek végén az MTA AKI-hoz (Automatizálási Kutató Intézet) sorolták, aminek a neve MTA SZTAKI (Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet) változott. Az egyesített intézmény igazgatására Vámos Tibor akadémikust nevezték ki.

### Központi Fizikai Kutató Intézet (KFKI)

A Központi Fizikai Kutató Intézet 1959 körül vásárolt a Szovjetunióból egy Ural 1-es számítógépet.<sup>23</sup> A KFKI-ban alapításától fogva – már az 50-es évek elején – jelen volt a fizika mellett a digitális elektronika is. A számítógépfelisztés – a TPA program – a sokcsatornás analízátorok fejlesztési bázisán indult a 60-as évek közepén. Ezek a fejlesztések voltaképpen a H. H. Goldstine által vizsgált korszak utániak. Ennek ellenére nagyon röviden bemutatom a TPA gépek keletkezésének a történetét.

1960-ban jött létre a KFKI Elektronikus Kísérleti Üzeme azzal a céllal, hogy a fizikai kutatásokhoz elektronikus műszereket fejlesszen és építsen. Az üzem kivül Dr. Náray Zsolt igazgatóhelyettes irányítása alá tartozott az Elektronikus Főosztály, amelyet Sándory Mihály vezetett. Itt dolgoztak Adorján Benke, Bogdány János, Báti Ferenc, Iványi Gyula, Baránszky Jób Imre, Kovács Ervin, Lukács József, Vajda György, Csákány Antal és mások. 1960-ban kifejlesztették a 128 csatornás analízátort, amely elektroncsövekkel és itthon gyártott ferritmemóriával készült el 1963-ban. Kb. 50 db ilyen berendezés épült.

1965-ben készült el a tranzistoros változat, amelyet már Tárolt Programú Analízátornak (TPA) neveztek.

<sup>23</sup> Szelezsán János: *Elektronikus számológépek programozása*. MTA SzK., 1963.

Az Ural 1 számítógép adatai: átlagos műveleti sebesség 100 utasítás/s; szóhossz 18 bit (rövid szó), 36 bit (hosszú szó); egycímű gép, az utasításhossz 18 bit (1 bit előjel 5 bit műveleti kód, 12 bit cím). Bevitel: lyukasztott, feketére exponált 36 mm-es és végtelenített film, 250 m hosszú, az olvasás sebessége 77 szó/s. Kiírás: speciális nyomtató (100 szó/min), kimeneti perforátor (160 szó/min). Memória: 2024 szavas mágnesdob, 80 000 szavas mágnesszalag (perforált film hordozó) sebesség 77 szó/s, a szalag hossza 250 m. Elektroncsöves gép.

Ebből a fejlesztési eredményből már csak egy nagyon kis lépés volt egy általános célú számítógép létrehozása. A KFKI a DEC kompatibilis utat választotta, így jött létre először a *TPA-1001-es* kis számítógép (DEC PDP-8 kompatibilis gép), amit számos újabb (TPA-i, TPA/L, TPA-11xx és végül VAX és MicroVAX) követett. A sok DEC kompatibilis gép között volt a teljesen önálló tervezésű, TPA-70-es miniszámítógép, aminek konstrukcióját számtalan szabadalommal védtek meg.

### *Elektronikus Mérőkészülékek Gyára (EMG)*

A világ minden részén a digitális technika meghódította az addig hagyományos, főleg analóg műszereket előállító gyárat, de az automatizált berendezéseket gyártó és fejlesztő intézményeket is.

Így történt ez az EMG-vel, amely addig hagyományos műszereket, oszcilloszkópokat és szabályozórendszereket készített. A hatvanas évek elején Klatsmányi Árpád hozott létre egy gyáron belüli részleget, amely többek között pl. egy germániumdiódákat használó alegységkészletet fejlesztett ki. Ezzel a rendszerrel forgalomirányító lámpákat vezérlő és összekapcsoló digitális rendszert építettek. (A germániumdiódák hőérzékenysége miatt meglehetősen sok hibával működött; azt mondogatták előfordult, hogy meleg nyári napokon – locsolókocsival odaszállított – vízzel kellett a vezérlőegységek dobozát hűteni.) Ők fejlesztették ki a HUNOR digitális, négy alaplűveletes, automatikus számológépet, majd a hatvanas évek második felére az EMG 830-as tranzisztorizált általános célú számítógépet.

### *Telefongyár*

A korai számítógépek fejlesztésébe a Telefongyár az EDLA programmal kapcsolódott be. A rövidítés Dr. Edelényi László és Dr. Ladó László feltalálók nevét takarja.

Az EDLA-I-et a Telefongyár új elektromos könyvviteli gyűjtőberendezéseként hirdették, és a „deszkamodell”-t ezen a néven állították ki – úgy emlékszem – 1959-ben, a Budapesti Nemzetközi Üzemszervezési Kiállításon.

Az elképzelés az volt, hogy készüljön egy olyan adatgyűjtő rendszer,

„... amely a műszaki ügyvitel és könyvvitel speciális követelményeinek kielégítésére épült. Az EDLA-I jelzésű gyűjtő 250 mechanikus egyenlegezőműnek megfelelő (nulla alatt is számoló) gyűjtővel rendelkezik. A gyűjtőhöz 1...5 beadagológép kapcsolható. Beadagológépként számításba jöhet minden, elektromos impulzusok leadására alkalmas könyvelő-, összeadó- vagy pénztárgép. Kapcsolhatók azonban a gyűjtőhöz lyukkártya- és lyukszalagolvasó szerkezetek, vagy elektromos impulzusok leadására alkalmas egyéb mérőműszerek, pl. fotocellás berendezések is ... A Budapesti Nemzetközi Üzemszervezési Kiállításon bemutatott EDLA-I gyűjtő az elvet igazoló, működőképes modellnek tekintendő, melynek fő célja annak dokumentálása, hogy 250 egyenlegezőmű kapacitású gyűjtővel milyen szervezési eredményeket lehet elérni. A Telefongyár a gyűjtőt rendkívül rövid idő alatt készítette el, jórészt más gyártmányaihoz használt alkatrészek alkalmazásával. Ily módon a végleges és már előkészítés alatt álló prototípus a bemutatott modellhez viszonyítva kb. 1/4 rész nagyságú. A gyűjtő egy egységből és „tányérmemóriából” áll.

Végezetül az ár kérdése. Az EDLA-I gyűjtő irányára 150 000 Ft, tehát olcsóbb, mint egy 50-gyűjtős mechanikus könyvelőgép...<sup>24</sup>

A tervezőcsoport tagjai nagyjából ugyanazok voltak, akik az M-3-at építették (Dömölki Bálint, Szentiványi Tibor, Molnár Imre, Podhradszky Sándor, Kovács Győző), a Telefongyárból Szakács Gyula, Bánhegyi Ottó és Urik József voltak a csoportban.

Az EDLA-I nem készült el, mert nagyon gyorsan megszületett a következő, tökéletesített változatra, az EDLA-II-re az elgondolás, és így a tervezőcsoport a munkát az EDLA-II-vel folytatta. Az EDLA-I – ez a történelmi igazság – együtt rendszerben sohasem működött, az volt a probléma, hogy egy nagyon jó ötletet lehetetlenül rövid idő alatt, innen-onnan összeszedett alkatrészekkel kellett volna kivitelezni, ami nem sikerült.

A leírásban említett „tányérmemória” – Szentiványi Tibor ötlete – voltaképpen a mai „hard-disc” (keménylemez), de nyugodtan mondhatjuk a „floppy” őse volt, aminek a tervezésében egyáltalán nem volt gyakorlatunk, gyakorlatilag nem is készült el.<sup>25</sup>

„Az EDLA-II elektronikus könyvelési adatgyűjtő berendezés bemeneti berendezésekből, adattároló mágneses memóriából, műveletvégző egységből és kimeneti berendezésből áll. Feladata a könyvvitelnél és ügyvitelnél feldolgozásra kerülő adatoknak valamilyen szempontból való gyűjtése, az adattárolóban már tárolt adatoknak előjellel meghatározott újabb adatokkal való módosítása, az adattárolóban tárolt adatoknak a kimeneti berendezéseken történő kiírása. Az EDLA-II bemeneti berendezései lehetnek ... könyvelőgépek (erre a célra kis költséggel átalakíthatók), lyukszalag-, lyukkártya- vagy mágnesszalagolvasó-berendezések. Adattároló berendezése mágneses tányérmemória... Kimeneti berendezése bármilyen billentyűs kinyomtatómű, amely elektromágnesekkel végzi a kiírás műveletét és elektromos impulzusok fogadására alkalmas... Egyszerre 10 be-, ill. kimeneti berendezéssel dolgozhat azonos időpontban. A berendezés célgép jellegű... a bemeneti berendezésekből kapott meghatározott programvariációk szerinti feladatokat tudja elvégezni... a jelenleg alkalmazott könyvelőgépek adattároló kapacitását bővíti csak olyan nagyságrendben, amely az eddig ismert mechanikus gyűjtőberendezéseknél nem volt elérhető.”<sup>26</sup>

Az EDLA II teljesen tranzisztoros áramkörökből épült, a lassú be-, ill. kimeneti berendezések miatt soros műveleti egységre esett a választás, de szempont volt az is, hogy így kevesebb alkatrészből lehet a rendszert felépíteni. Az ún. sorbaállító áramkör a bemeneti egységeket 1,25 s-onként kérdezte volna le. A műveleti idők nem voltak rövidek (+ összeadás és × szorzás 12,5 ms.), ellenőrzés céljából a gép minden műveletet kétszer végzett volna el, ha nem egyezik a két eredmény, akkor a gép leáll.

A tányérmemória felírási sűrűségét 2,3 jel/mm-re, tárolókapacitását 1 kszóra tervezték.

Az EDLA II sem készült el. Nem várt problémák (gyártás, memória stb.) miatt a határidőket a csoport nem tartotta be, a fejlesztést rossz szemmel nézőknek a munka befejezését sikerült megakadályozni. Vizsgálat is indult, majdnem bírósági ügy lett az EDLA-történet vége.

<sup>24</sup> Az EDLA-I a Telefongyár új elektromos könyvviteli gyűjtőberendezése. Kiállítási prospektus dátum nélkül.

<sup>25</sup> Jegyzőkönyv. Készült a Telefongyárban, 1960. nov. 14-én. Tárgy: EDLA II tervfeladat elbírálása, 8. old. „Szentiványi Tibor tud. munkatárs közli, hogy a lemezmemóriát annak nagy kapacitása és mechanikailag egyszerű kivitelezhetősége miatt választották a dobmemóriával szemben”.

<sup>26</sup> Az EDLA II elektronikus könyvelési adatgyűjtő berendezés tervfeladata 1960.

A fejlesztők szétszéledtek; akik a Telefongyárban maradtak, létrehozták a távadatfeldolgozási berendezésekkel foglalkozó részleget, egy másik csoport a VILATI-nál folytatta.

### Összefoglalás

Magyarországon a számítástechnika hőskora kb. 1967–68-ig tartott, amikor is elkezdődött a Számítástechnikai Központi Fejlesztési Program. Ennek keretében a kormányzat megpróbált együttműködést létrehozni az addig nagyon elszigetelt, különböző feladatokon dolgozó intézmények között – sikerrel. Ezzel a hőskor le is zárult.

Manapság sokan foglalkoznak technikatörténettel, így elég sokszor alakul ki vita, hogy kik készítették el az első hazai számítógépet, kié a dicsőség.

Szeretném, ha a szakma a néha fel-fellángoló elsőségi vitának is véget vetne, ti. Magyarországon – véleményem szerint – sok hazai informatikai fejlesztésnek volt elsőse. Nézzük csak sorban:

- Az első, fából készült zseb-logikai gép: Nemes Tihamér.
- Az első jelfogós és programozható számítógép: Kozma László és munkatársai.
- Az első kibernetikus állatmodell: Muszka Dániel.
- Az első jelfogós logikai gép: Kalmár László és munkatársai. (Előtte is volt egy jelfogós logikai gép, Nemes Tihamér genetikus logikai gépe, de neki már van egy elsőse!)
- Az első elektronikus digitális, automatikus, tárolt programú számítógép, azaz az első igazi Neumann-elvű hazai számítógép: az M-3 volt.
- Az első – igaz, hogy be nem fejezett – elektronikus könyvelési rendszer: az EDLA-II volt, dr. EDeleányi László és dr. LAdó László találmánya.
- Az első elektronikus asztali számológép: a HUNOR és Klatsmányi Árpád.
- Az első önálló tervezésű, tranzisztorizált, (sajnos) kis sorozatban gyártott számítógép az EMG 830-as, ugyancsak Klatsmányi Árpád.
- A „másik” első, sorozatban gyártott tranzisztorizált számítógép: a KFKI TPA-1001-es volt;
- Magamnak is osztok egy első helyet, valószínűleg én terveztem meg az első két, pontosabban négy mágnesdobot összekapcsoló elektroncsöves vezérlőegységet, amelyet Kardos Kálmánnal és Jámbor Antallal együtt építettünk;
- Végül a világ első 3"-os kazettás floppyját a 70-es években Jánosi Marcell tervezte és építette a BRG-ben;

s a sort még lehetne folytatni tovább, de talán ennyi elsőse is elég.

A hatvanas évek elején a felhasználók többnyire már nem saját maguk fejlesztették, hanem vásárolták a számítógépeket. Így került az országba 2 db Ural 1, 3 db Ural 2<sup>27</sup>, 1 db GIER, 1 db RAZDAN, 1 db ICL 1904, 1 db IBM 701, 2 db ELLIOTT 803<sup>28</sup> gép stb. elsősorban kutatóintézetekhez vagy egyetemekre, de néhányat a termelésben, ill. az üzleti életben is alkalmaztak.

Ezután már a következő, a második generációs gépek története kezdődik.

<sup>27</sup> Az Ural 2. számítógép. Kézirat. Adatai: Egycímű gép. (1 bit címmódosítás, 6 bit műveleti kód, 12 bit cím). 20-bites rövid szó, 40-bites hosszú szó. Ferritgyűrűs memória, 4096 rövid szó. Mágnesdob. 8 db kapcsolható a gépre. Egy dob kapacitása 16 384 rövid szó. Mágnesszalagos memória (25 mm-es mágnesbevonatú, végtelenített filmszalag). 256 × 4096 rövid szó. Bemeneti egység (35 mm-es, feketére exponált végtelenített filmszalag.) 256 × 4096 rövid szó. Kimeneti egység + gyorskíró (csak számok nyomtatása) + perforátor (filmszalagra). Utasítások. Összeadás és kivonás 80 μs. Fixpontos szorzás hosszú szóval 470 μs, és osztás hosszú szóval 800 μs. Lebegőpontos műveletekkel a gép teljesítménye 5-6000 műv/s. Elektroncsöves gép.

<sup>28</sup> Szelecsán János: *Elektronikus számológépek programozása*, MTA SzK, 1963. 2. *Az Elliott-803 (E 803) gép*: Egycímű gép, fixpontos, behuzalozott lebegőpontos. Szóhossz 39 bit. Memória: ferri, 8192 szó, mágnesfilm: (2 db) 262.144 szó. Bemeneti egység: alfanumerikus lyukszalag 500 jel/min. Kijrás szalaglyukasztón: 100 jel/min. Műveleti sebesség – fix ponttal: összeadás és kivonás 1700 műv/s, szorzás 1000 műv/s, osztás 80 műv/s. Lebegőpontos: szorzás és osztás 1000 műv/s, szorzás 200 műv/s, osztás 100 műv/s. Az utasítás formája 2 × egy című; 6 bit műveleti kód, 13 bit cím, 1 bit B jel, 6 bit műveleti kód, 13 bit cím. Tranzisztoros gép.