

Bitek a múltból: erdélyi számítógépek, avagy PRAE, aMic, BELLA, CoBra és a többiek ...

Bits from the Past: A Journey Through Transylvanian Computing – PRAE, aMic, BELLA, CoBra and Others

KOVÁCS Lehel István

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Koronka 1C.
klehel@ms.sapientia.ro

Abstract

During the second half of the twentieth century, despite the political and economic isolation of the countries of East-Central Europe, remarkable developments took place in the field of computing. In Romania, following the first computer design initiatives launched in the late 1950s, intellectual and technological centers emerged by the 1980s that became capable of independently developing personal computers (PCs). This study presents the microcomputer projects of several Transylvanian computing hubs – most notably Cluj-Napoca, Timișoara, Târgu Mureș, and Brașov – including PRAE, aMic, BELLA, and CoBra. These projects were not merely technological curiosities; they also laid the foundations for the education and training of generations of engineers and computer scientists.

Keywords: computer history, Transylvanian computers, PRAE, BELLA, CoBra, aMic, Z80 architecture

Kivonat

A huszadik század második felében a kelet-közép-európai régió országaiban a politikai és gazdasági elszigeteltség ellenére figyelemreméltó informatikai fejlesztések mentek végbe. Romániában az 1950-es évek végén meginduló korai számítógép-tervezést követően az 1980-as évek alakultak ki azok a szellemi és technológiai műhelyek, amelyek alkalmassá váltak a személyi számítógépek (PC) önálló kifejlesztésére. Jelen tanulmány az erdélyi informatikai csomópontok – kiemelten Kolozsvár, Temesvár, Marosvásárhely és Brassó – azon mikroszámítógépes projektjeit mutatja be (PRAE, aMic, BELLA, CoBra), amelyek nem csupán technikatörténeti kuriózumok, hanem mérnökök és informatikusok generációinak képzését alapozták meg.

Kulcsszavak: számítástechnika-történet, erdélyi számítógépek, PRAE, BELLA, CoBra, aMic, Z80 architektúra

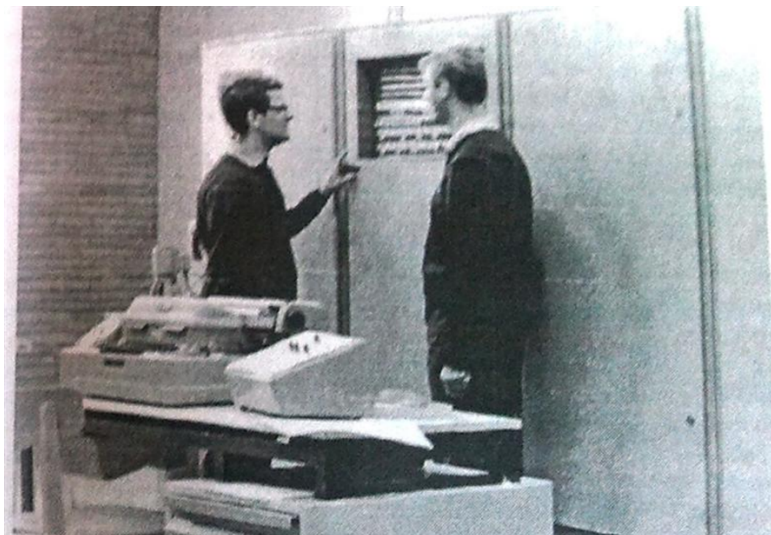
1. BEVEZETÉS ÉS TÖRTÉNELMI HÁTTÉR

Az erdélyi számítógépgyártás gyökerei az 1950-es évek végére nyúlnak vissza. A második világháborút követő évtizedekben a számítástechnika világszerte robbanásszerű fejlődésnek indult, és bár Románia politikai és gazdasági értelemben a keleti blokk részeként viszonylag elszigetelt helyzetben volt, a hazai tudományos műhelyek igyekeztek lépést tartani a nemzetközi trendekkel. Erdélyben különösen Kolozsvár vált az informatikai kutatások egyik meghatározó központjává, ahol matematikusok, mérnökök és fizikusok együttműködéséből születtek meg az első számítógépes fejlesztések.

Az első romániai számítógépek között tartják számon a kolozsvári Akadémiai Számítási Intézetben (Institutul de Calcul „Tiberiu Popoviciu”) Ion Pávăloiu igazgatása alatt, Gergely István mérnök közreműködésével 1959-ben megépített MARICA (Mașina Aritmetică de Calcul a Academiei) nevű konstrukciót. Ez a több száz reléből felépített berendezés mintegy kétmillió akkori lejes (1 420 000 mai lej) költséggel készült el, és elsősorban tudományos számítások elvégzésére szolgált. Bár teljesítménye a mai szemmel szerénynek tűnik, megalkotása korszakos jelentőségű volt, hiszen bebizonyította, hogy helyi szakemberek saját erőből is képesek működő elektronikus számítógépet létrehozni.

Gergely István 1959-ben frissen végzett mérnök volt, és így emlékezett vissza arra, hogyan vett részt a Kolozsváron készült első számítógép megépítésében: „Nagyon kezdetleges volt, többet állt, mint működött” –

mondta. „Néhány száz reléből állt, tulajdonképpen nem is elektronikus számítógép volt, inkább elektromechanikus. Kísérletnek számított, azoknak az időknek a hajnalán jártunk, amikor az emberek egyáltalán elkezdtek ilyesmivel foglalkozni. Anyagokkal sem rendelkezünk igazán, noha külföldön már előrébb tartottak ezen a téren. A műszaki információk akkoriban csak nagyon korlátozottan voltak hozzáférhetők, nagyjából annyit tudtunk, hogy Angliában és Németországban mások már építettek relés számítógépeket.” [1]



1. ábra. Az első romániai számítógép számítógép. Ion Păvăloiu igazgató és a MARICA [1]

A MARICA megszületésével párhuzamosan más erdélyi és bánsági központokban is megindult a számítógépes kutatás-fejlesztés. Kolozsváron a DACICC (Dispozitiv Automat de Calcul al Institutului de Calcul Cluj, 1959), Temesváron pedig a MECIPT (Mașina Electronică de Calcul a Institutului Politehnic Timișoara, 1961) fémjelezte a korai nagy- és közepes számítógépek korszakát. Ezek a gépek egész termeket foglaltak el, működtetésük jelentős energiaigénnyel járt, és használatuk speciális szaktudást követelt. Elsősorban egyetemek, kutatóintézetek és ipari vállalatok mérnökei férhettek hozzájuk, így a számítástechnika még sokáig a kutatólaboratóriumok és az állami intézmények világához kötődött.

Az 1960-as és 1970-es években a romániai számítógépipar fokozatosan fejlődött. Megjelentek az ipari sorozatgyártásra szánt rendszerek, köztük a francia licencek alapján készült Felix számítógépek, valamint a különféle miniszámítógépek és vezérlőrendszerek. Ezek a fejlesztések nemcsak műszaki tapasztalatot halmoztak fel, hanem egyre szélesebb szakembergárdát is kineveltek. Kolozsvár, Temesvár, Marosvásárhely és Brassó egyetemén olyan mérnökgenerációk nőttek fel, amelyek már természetes közegként tekintettek az elektronikára, a programozásra és a digitális rendszerekre.

Az igazi áttörést és a „fehérköpenyes emberek világából” való kilépést azonban az 1980-as évek mikroszámítógépes forradalma hozta el. Míg korábban a számítógép egy intézmény közös, ritkán hozzáférhető eszköze volt, addig a mikroprocesszorok megjelenésével reális céllá vált az asztali, egyéni használatra szánt gépek megalkotása. A nyugati világban ekkor jelentek meg az olyan meghatározó modellek, mint az Apple II, a Commodore 64 vagy az IBM PC, amelyek hatása a vasfüggönyön túlra is eljutott. Az erdélyi kutatócsoportok, egyetemi műhelyek és vállalati fejlesztőközpontok felismerték, hogy a személyi számítógép nem csupán technikai újdonság, hanem az oktatás, a kutatás és az ipari innováció új korszakának kulcsa lehet.

Ebben a légkörben születtek meg azok a helyi fejlesztésű mikroszámítógépek – köztük a PRAE (Kolozsvár, 1980), az aMic (Temesvár, 1984), a BELLA (Marosvásárhely, 1985) és a CoBra (Brassó, 1986) –, amelyek már nem csupán a technológiai önállóság jelképei voltak, hanem fontos oktatási eszközökké is váltak. E gépek körül alakultak ki azok a műhelyek, szakkörök és egyetemi laboratóriumok, amelyekben mérnökök, programozók és informatikatanárok egész nemzedékei szerezték első tapasztalataikat. Az erdélyi mikroszámítógépes fejlesztések így nemcsak a romániai számítástechnika történetének érdekes fejezetei, hanem egy olyan tudásközösség alapkövei is, amelynek hatása napjaink digitális világában is érzékelhető. A fent említettek mellett Erdélyben készült még a CM4 (Temesvár, 1984), a TIM-S (Temesvár, 1986) és a MicroTIM (Temesvár, 1986). E gépek jelentős részének gyártásában és alkatrészellátásában kulcsszerepet játszott a temesvári Elektronikus Memóriák és Számítástechnikai Alkatrészek Gyára (FMECTC), vagy

egyszerűen Memóriagyár (Fabrica de Memorii Electronice și Componente pentru Tehnică de Calcul, 1976), amely a korszak egyik legfontosabb romániai számítástechnikai gyártóközpontja volt.

Az ország másik meghatározó informatikai központja Bukarest volt, ahol nemcsak az egyetemek, kutatóintézetek és központi ipari vállalatok összpontosultak, hanem a politikai és ipari döntéshozatal is. A korszak fejlesztői közül sokan úgy emlékeztek vissza, hogy a vidéki kutatóhelyeken született ötletek és prototípusok gyakran a fővárosi intézmények neve alatt kerültek továbbfejlesztésre vagy sorozatgyártásba, így az eredeti alkotók nem mindig kapták meg a nekik járó elismerést.

2. PRAE: AZ ELSŐ ROMÁNIAI SZEMÉLYI SZÁMÍTÓGÉP

2.1. A gép születése és a névválasztás

A kolozsvári Számítástechnikai Kutatóintézet (ITC) munkatársai Patrubby Miklós főtervező és Kiss Sándor főprogramozó vezetésével 1980-ban indították el a fejlesztést. A prototípus 1983 novemberére készült el – egy teljes évvel megelőzve a rivális bukaresti kutatócsoportot.

A számítógép elnevezése szimbolikus: a latin **PRAE** jelentése „előtt”, „kezdet” vagy „nyitány”, amely egyszerre utalt Szentkuthy Miklós azonos című regényére, és arra a jövőképbe vetett hitre, hogy a számítógépeket be kell vinni az emberek otthonába és az iskolákba. A modellnévben szereplő „1000” jelölés a prototípus belső kódneve (a római M után) volt.

„Tisztában voltunk vele, hogy földcsuszamlásszerű változás fog bekövetkezni azzal, hogy kihozzuk a fehérgöpenyes emberek világából a számítógépeket és behozzuk az emberek otthonába” – magyarázta Patrubby Miklós, aki jelenleg a Magyarok Világszövetségének az elnöke. [12]

Az *Ifjúmunkás* 1984/11. számában László Ferenc riportja bemutatta Patrubby Miklós mérnököt, a kolozsvári Számítástechnikai Kutatóintézet munkatársát, „az első hazai gyártmányú személyi számítógép, a PRAE-1000 alkotóját. A gépet 1983 novemberében mutatták be a műszaki újdonságok kolozsvár-napocai seregszemlájén, majd a busteni-i mikroszámítógép-közyűlésen. «Elsődleges célunk az volt – mondja a szerző –, hogy a tervező- és kutatóintézetekben, sőt az iparban dolgozó technológusoknak nyújtsunk egy nagy teljesítményű, tudományos számításokra alkalmas gépet, amitől munkájuk sokkal gyorsabbá, hatékonyabbá és pontosabbá válik. A termelékenységük növelésének elősegítése volt az egyik célunk, míg a másik az, hogy olyan számítógépet készítsünk, melyet az iskolák is megvásárolhatnak és nem utolsósorban a magánszemélyek is.»” [5]

Hogy ki volt a PRAE fejlesztőcsapata? Erről így nyilatkozott Patrubby Miklós: „A törzsgárda meglehetősen szűk körű volt: Pop Baldi Nicolae, Kiss Sándor, Nicușor Socaciu és jómagam. Mivel felsőbb szervűnk, s fiókunk vezetője, dr. Emil Muntean, fantáziát látott benne, önálló laboratóriumban dolgozhatunk. Munkaközösségünkhöz tartoznak még – mert ez team-munka, csoportmunka – Mirela Arion, Horváth Zoltán, Radu Arsinte, Ferenc Attila, Sergiu Munteanu és Dana Negrea mérnökök, Csibi Csaba és Marius Mariuțiu technikusok. És el ne felejtsem megemlíteni a PRAE «bábái» között Incze János, Solyom Péter és Szász Detre nevét.” [7]

Ugyanide tartozott még: Ciascai Ioan, Lupu Eugen, Precup Emil, Derveșteanu Liviu, Kiss Sándor, Dunky András, Incze János, Rist József, Schneider Rudolf, Barbu Dorin, Kifor Imre, Almási György.

A PRAE-1000 megszületése egy olyan korszakban történt, amikor a személyi számítógép fogalma még alig volt ismert Romániában. A nyugati világban ugyan már megjelentek az első sikeres otthoni számítógépek, de a vasfüggöny mögött ezekhez csak kevesen juthattak hozzá. A kolozsvári fejlesztők ezért nem egyszerűen egy új műszaki terméket kívántak létrehozni, hanem egy olyan eszközt, amely hidat képezhetett a korszerű informatika és a hazai oktatás, kutatás, illetve ipar között. A PRAE egyfajta bizonyítéka volt annak, hogy a korlátozott erőforrások és a technológiai embargók ellenére is lehetséges nemzetközi színvonalú fejlesztéseket megvalósítani.

A fejlesztés során a mérnököknek számos nehézséggel kellett megküzdeniük. Az alkatrészhány, a korszerű dokumentációhoz való korlátozott hozzáférés és a bürokratikus akadályok mindennapos problémát jelentettek. Sok esetben a szükséges komponenseket különböző forrásokból kellett beszerezni vagy helyettesítő megoldásokkal pótolni. A tervezőmunka ezért nemcsak mérnöki tudást, hanem jelentős kreativitást és találékonyságot is igényelt. A PRAE története így egyben annak a kelet-európai mérnökgenerációnak a története is, amely a hiánygazdaság körülményei között tanulta meg a műszaki innovációt.

A gép bemutatása jelentős visszhangot váltott ki a szakmai körökben. A busteni-i mikroszámítógépes konferencián és a kolozsvári műszaki seregszemlén egyaránt világossá vált, hogy az erdélyi fejlesztőcsoport nem egyszerű másolatot kíván készíteni a nyugati számítógépekből, hanem saját igényekre szabott rendszert

alkotott. A PRAE tervezői különös hangsúlyt fektettek arra, hogy a gép ne csupán kutatólaboratóriumokban legyen használható, hanem az oktatásban és a műszaki tervezésben is széles körben alkalmazható legyen.

A fejlesztőcsapat összetétele jól tükrözi a kolozsvári informatikai műhely sokszínűségét. Magyar és román mérnökök, programozók, technikusok dolgoztak együtt egy közös cél érdekében, miközben a számítástechnika még új tudományterületnek számított. A PRAE létrejötté ezért nem pusztán technikai eredmény volt, hanem egy olyan szakmai közösség sikere is, amelynek tagjai később az erdélyi informatika meghatározó alakjaivá váltak.



*2. ábra. A PRAE a Sapientia EMTE Marosvásárhelyi Karának múzeumában.
Balázs Mihály adománya*

Visszatekintve a PRAE-1000 jelentősége messze túlmutat saját műszaki paraméterein. Bár sorozatgyártása és elterjedése korlátozott maradt, a gép bizonyította, hogy Erdélyben létrejött egy olyan tudásbázis, amely képes önálló mikroszámítógépek tervezésére és megvalósítására. A PRAE így nem csupán egy korai személyi számítógép volt, hanem egy korszak jelképe: annak a hitnek a megtestesülése, hogy a számítástechnika a laboratóriumok falain túllépve az oktatás, a munka és a mindennapi élet természetes részévé válhat.

A PRAE-1000 megszületése nemcsak egy sikeres kolozsvári fejlesztési projekt volt, hanem kiemelkedő tudománytörténeti mérföldkő is. A rendelkezésre álló visszaemlékezések és szakmai értékelések alapján a gép a bukaresti fejlesztéseket is megelőzve készült el, így joggal tekinthető az egyik legkorábbi – több értelmezés szerint az első – Romániában tervezett és működőképes, hazai fejlesztésű személyi számítógépnek. Ez a tény különösen jelentős, hiszen egy olyan korszakban született meg, amikor a PC-k fogalma még világszinten is újnak számított, Kelet-Közép-Európában pedig még inkább kísérleti és elszigetelt fejlesztések jellemezték a területet.

A PRAE így nem csupán egy technikai prototípus volt, hanem egy korszakhatár jelzője: annak bizonyítéka, hogy az erdélyi műhelyek képesek voltak nemcsak követni, hanem bizonyos esetekben meg is előzni a hazai (romániai) párhuzamos fejlesztéseket. A projekt jelentősége ezért túlmutat a műszaki paramétereken vagy az alkalmazott megoldásokon; a PRAE egyértelműen jelzi, hogy Kolozsvár a 20. század végére a romániai számítástechnikai innováció egyik vezető központjává vált.

A gép létrejötté visszamenőleg is új fényt vet a korszak erdélyi informatikai műhelyeire, és megerősíti azt a szakmai megítélést, hogy a PRAE nem egyszerűen egy volt a korai mikroszámítógépek közül, hanem a romániai PC-fejlesztés egyik alapköve, amely nélkül a későbbi hazai számítógép-fejlesztési irányok is másképp alakulhattak volna.

2.2. Technikai paraméterek és innovációk

A PRAE-1000 egy kompakt, hordozható jellegű mikroszámítógép-egység volt, amely 29×32×4 cm-es méretével és mindössze 0,9 kg-os tömegével a korszak viszonylatában rendkívül korszerű konstrukciónak számított. A rendszer lelke egy 8 bites, 2,5 MHz-es Z80-as mikroprocesszor volt (illetve annak kelet-európai licenc- és klónváltozatai), amely a kor mikroszámítógépeinek egyik legelterjedtebb és legsikeresebb CPU-

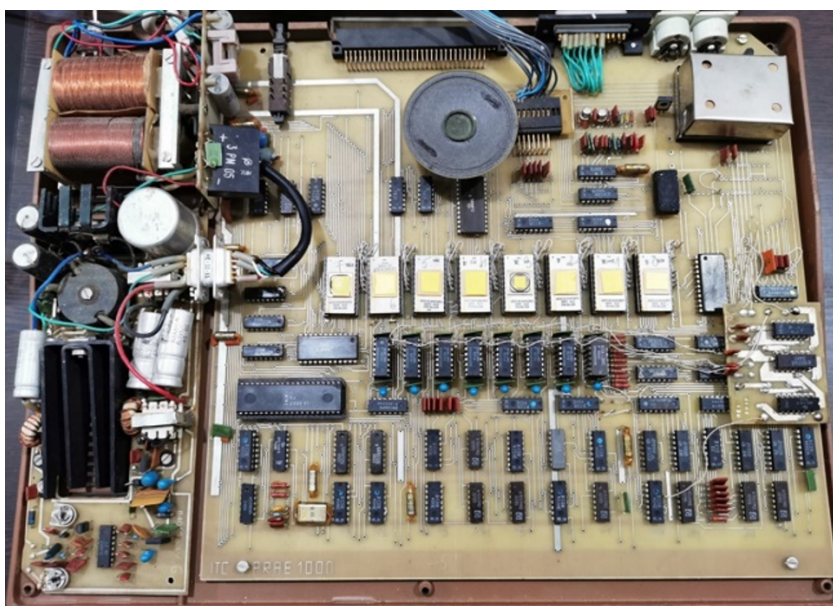
architektúráját képviselte. A választás lehetővé tette, hogy a PRAE kompatibilis legyen számos nemzetközi fejlesztési iránnyal, ugyanakkor helyi fejlesztésű hardverelemekkel is integrálható maradjon.

Alapkiépítésben a gép 16 KB ROM-mal és 16 KB RAM-mal rendelkezett, amely később modulárisan 48 KB-ig volt bővíthető. Ez a bővíthetőség különösen fontos volt az oktatási és kutatási felhasználás szempontjából, mivel lehetővé tette, hogy a felhasználók a rendszer erőforrásait a feladatok igényeihez igazítsák. A monokróm grafikus üzemmód 256×256 pixeles felbontást biztosított, ami a korszak kelet-európai mikroszámítógépei között kifejezetten előre mutatónak számított, különösen a grafikus megjelenítésre és oktatási vizualizációra szánt alkalmazások esetében.

A beépített 8 EPROM modul indításkor automatikus öntesztet (self-test) futtatott, amely ellenőrizte a memória- és alapvető perifériafunkciók működését. Ez a megoldás növelte a rendszer megbízhatóságát, és csökkentette az üzembe helyezés során fellépő hibák számát. A gép saját fejlesztésű PRAE-BASIC programnyelvet használt, amely kifejezetten a rendszer hardveréhez igazodott, és támogatást nyújtott lebegőpontos számításokhoz is. Ez különösen fontos volt mérnöki, matematikai és műszaki számítási feladatok esetében, amelyek a rendszer elsődleges alkalmazási területei közé tartoztak.

A szoftveres fejlesztések egyik kiemelkedő eredménye Kiss Sándor nevéhez fűződik, aki a rendszerhez olyan körrajzoló algoritmust dolgozott ki, amelyet a korabeli szakirodalom kiemelkedően gyors és hatékony grafikus eljárásként tart számon. Ez az algoritmus a korlátozott hardveres erőforrások ellenére is figyelemre méltó grafikai teljesítményt tett lehetővé, és hozzájárult ahhoz, hogy a PRAE a vizuális számítási feladatokban is versenyképes legyen.

Dr. Mátyás Szabolcs így fogalmaz: „Az első román személyi számítógép megszületésénél természetesen ott voltak a magyarok is, akik közül Kiss Sándor és Patrubby Miklós nevét kell elsősorban megemlíteni. Kiss Sándor (1946–2012) tagja volt (főprogramozója) annak a kolozsvári csoportnak, amely az első romániai számítógépet tervezte (PRAE). A gép 1983 novemberében készült el, egy évvel így megelőzték a „rivális”, bukaresti kutatócsoportot. A PRAE megalkotása során dolgozta ki Kiss Sándor a világ leggyorsabb körrajzoló algoritmusát is. A kolozsvári gép főtervezője pedig a Magyarok Világszövetségének elnöke, Patrubby Miklós (1952) volt.” [17]



3. ábra. A PRAE belső felépítése

A PRAE különböző konfigurációi jól mutatják, hogy a rendszer nem egyetlen célra készült, hanem rugalmasan illeszkedett különböző felhasználási környezetekhez:

- **PRAE-T:** minimális konfiguráció, kazettás magnós adattárolással, elsősorban oktatási és ifjúsági felhasználásra
- **PRAE-L:** informatikai laboratóriumok számára kialakított változat, több munkaállomásos környezethez
- **PRAE-M:** maximális konfiguráció, lemezegységgel és kibővített memóriakezeléssel

- **PRAE-MAX:** CP/M kompatibilis változat (1988), amely már a nemzetközi szoftverökoszisztémához való illeszkedést célozta
- **PRAE-PHOENIX:** Sinclair ZX Spectrum kompatibilis változat (1988), amely a hazai otthoni számítógépes piac felé való nyitást jelentette

E fejlesztési irányok azt mutatják, hogy a PRAE-platform nem egy statikus konstrukció volt, hanem egy folyamatosan fejlődő mikroszámítógépes ökoszisztéma, amely egyszerre szolgálta az oktatást, a kutatást és a kísérleti fejlesztéseket. A rendszer jelentősége így nem csupán hardverszinten értelmezhető, hanem abban is, hogy hozzájárult a romániai és erdélyi informatikai kultúra korai megalapozásához.

2.3. A PRAE jelentősége

A gép tudományos és strukturális megítélése rendkívül pozitív volt a szakmában. Kása Zoltán, a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Matematika és Informatika tanszékének oktatója rögzítette, hogy a tanszéken célzott programcsomagokat fejlesztettek ki a gép matematikai alkalmazásaira, és a PRAE 1000 a tesztek során rendkívül gyors architektúrának bizonyult. Ennek ellenére a korabeli gazdaságpolitikai vezetés a sorozatgyártás mellőzése mellett döntött. A platformból mindössze 2000 darab készült, majd 1984-ben a gyártást véglegesen leállították. A döntést hivatalosan azzal indokolták, hogy az ipari kapacitásokat 1985-től kizárólag a Sinclair ZX Spectrum-kompatibilis modellek (ügymint a HC 85 és a TIM-S) előállítására kívánják összpontosítani. A korlátozott példányszám és az a tény, hogy magánszemélyek nem vásárolhatták meg a berendezést, alapjaiban határozta meg a flotta sorsát: a gépek kizárólag intézményi tulajdonba kerülhettek (például az 1983-ban értékesített első példányok a sepsiszentgyörgyi I.M.A.S.A. és a nagyenyedi C.C.P. tulajdonába), és amortizációs leírásuk után többségük megsemmisült, ami a technikátörténeti források megőrzését és kutatását napjainkban rendkívül nehezíti.

A szűkös gyártási keretek és a politikai gátak ellenére a PRAE rendszerek szignifikáns pozíciót töltöttek be az alkalmazott informatikai oktatásban és a korai tehetséggondozásban. Bukarestben a legnevesebb elméleti líceumok (Dimitrie Cantemir, Tudor Vladimirescu, Spiru Haret, Gheorghe Lazăr), a felsőoktatásban pedig a Brassói Egyetem és a Marosvásárhelyi Orvosi Egyetem integrálta a gépeket a képzési struktúrába. A számítógép emellett kulcsszerepet játszott az első romániai diák-informatikáborok megszervezésében 1985 és 1986 folyamán (olyan helyszíneken, mint a bácsfalusi menedékház, az ITC Bukarest, Brassó, Poiana Soarelui, Voineasa, Predeal vagy Gălăciuc), amelyek a jövő IT-szakembereinek korai képzőbázisai lettek.

A helyi ipar és az oktatás szimbiózisára kiváló példát mutat a székelyudvarhelyi Matricagyár esete, amely a gép műanyag burkolatának matricázásáért cserébe jutott hozzá néhány korai példányhoz. Ezen kontingens egyik darabját sikerült átkérni a Kós Károly Szakközépiskolába, ahol dr. Szenkovits Ferenc és Török Sándor oktatók intenzív kutatási és programozási tevékenységet folytathattak. Munkájuk eredményeként trigonometriai oktatászoftvereket, valamint a megfigyelési helyet és időt koordináló, csillagképeket generáló planetáriumprogramot fejlesztettek ki, amelyeket országos tudományos szimpóziumokon is díjaztak, és amiről a korabeli sajtó (pl. az *Előre* napilap 1988. június 15-i száma) is beszámolt. [18]

„Emlékeim szerint a székelyudvarhelyi Matricagyár gyártotta a PRAE-ket borító műanyag doboz matricáját, így a gyár is kapott néhány számítógépet még az első elkészült példányok közül. Egyet sikerült átkérni a gyár által támogatott szakközépiskolához, ahol 1983 szeptemberétől tanítottam (Kós Károly Szakközépiskola). Török Sándor kollégámmal felváltva vittük haza a gépet egy-két hétre, amikor otthon éjszakákon át merültünk el a számítógép-programozás élvezetében. Planetáriumprogramot készítettünk az égbolt (csillagok, csillagképek) megjelenítésére, a megfigyelési hely és idő figyelembevételével, valamint trigonometriai oktatóprogramot is, amelyeket több szimpóziumon is díjaztak.” – foglalja össze dr. Szenkovits Ferenc (BBTE).



4. ábra. Ismerkedés a számítógéppel a Brassai Líceumban, 1986,
Csomafáy Ferenc fotóriporter felvétele

A számítógéppel támogatott számonkérés korai előfutáraként Éder Ottó 1988-ban Kézdivásárhelyen egy PRAE-M alapú, saját tervezésű hardveres és szoftveres visszacsatoló rendszert hozott létre, amely négy válaszlehetőséget kínáló, feleletválasztásos tesztrendszerként működött, lehetővé téve a kérdésbank dinamikus kezelését és az eredmények azonnali regisztrációját. Ezzel párhuzamosan Éder Livia és Éder Ottó empirikus kutatásai kísérleti jelleggel terjesztették ki a PRAE-M (valamint a TIM-S) hardverek alkalmazását az óvodai nevelési szintre. Mivel a célcsoport életkorából adódóan még nem ismerte a betűket, a fejlesztők a numerikus kompetenciákra és az absztrakt térbeli tájékozódásra építettek. A játékos irányítási sémát fix numerikus kódokhoz (1 = bal, 2 = jobb, 3 = le, 4 = fel) rendelték, amivel sikeresen valósították meg a gyermekek korai technológiai szocializációját és a számítógép didaktikai segédeszközzé formálását. [10], [11]

A PRAE és PRAE-M mikroszámítógépek korlátozott darabszámuk ellenére mély nyomot hagytak az alkalmazott informatikában. Bár a makrogazdasági és politikai környezet elvetette a tömegtermelést a nyugati klónok javára, a platform jelentősége abban áll, hogy fényesen bizonyította a hazai mérnöki kar és a pedagógusok innovációs potenciálját. A gép sikeresen implementálható volt a legkülönbözőbb oktatási és módszertani szinteken, a legkisebbek korai fejlesztésétől kezdve az egyetemi szintű matematikai modellezésig és a legelső automatizált vizsgáztató és visszacsatoló rendszerek működtetéséig. A szakirodalom egyértelműen igazolja, hogy a PRAE a romániai digitális kultúra és számítástechnika-oktatás alapköveként vonult be a történelembe.

3. BELLA: EGY ISKOLA EGYEDÜLÁLLÓ TELJESÍTMÉNYE

Az informatikatörténetben ritkaságnak számít, hogy egy közép fokú oktatási intézmény saját tervezésű számítógépet hozzon létre. Ezt a bravúrt a marosvásárhelyi Bolyai Farkas Líceum érte el 1985-ben.

3.1. A projekt háttere és elnevezése

A gép neve a **BELLA** mozaikszó, amely a Bolyai ELektronikai LABoratórium elnevezéséből származik. A névválasztás egyszerre utalt az intézményi háttérre és arra a törekvésre, hogy a projekt egy korszerű, kísérleti elektronikai műhely szellemiségét képviselje, amelyben az oktatás, a kutatás és a gyakorlati mérnöki munka szorosan összekapcsolódik.

A projekt szakmai és szervezési koordinálását Klementisz János (1940–2025) fizikatanár és iskolaigazgató végezte, aki meghatározó szerepet játszott abban, hogy az elképzelésből működő rendszer szülessen. Az ő irányítása alatt a munka nem csupán technikai fejlesztés volt, hanem egyben oktatási program is, amelyben a diákok valós mérnöki problémákon keresztül tanulhatták meg a számítástechnika alapjait.

A hardver és szoftver komplex tervezését dr. Molnár László (1956) mérnök végezte, aki a rendszer architektúráját, logikai felépítését és működési elveit dolgozta ki. Munkája meghatározta a gép technikai karakterét és azt a koncepciót, amelyre a teljes rendszer épült. (Ma a Sapientia EMTE oktatójaként is ismert, ahol tudását az oktatásban hasznosítja tovább.)

A kivitelezésben Kolozsvári József mérnök vett részt, aki a gyakorlati megvalósítás, az áramköri és szerelési munkák terén járult hozzá a projekt sikeréhez. Munkáját a líceum tehetséges diákjai is segítették – köztük Németh Attila, Jakó Ervin, Klementisz Ottó, Bogdanov Ferenc, Jánosi István, Korpos Alpár, Gocsman Áron, Lázár Tibor, Mózsai Attila, Kegyes Zsolt, Kátai Zoltán, Gönczi István, Mihálc István, Nemes Attila, Szabó Attila és Székely Sándor –, akik nemcsak technikai feladatokat végeztek, hanem aktívan tanulták is a számítógép-építés alapjait egy olyan korban, amikor ez a terület még úttörőnek számított a régióban. [19], [20], [21]

A kivitelezést egy egyéves felkészítő előzte meg, amelyen megtanulták a 8 bites architektúrát.



5. ábra. A BELLA a Sapientia EMTE Marosvásárhelyi Karának múzeumában. Dr. Domokos József gyűjtése

3.2. Műszaki struktúra és didaktikai célok

A BELLA robusztus felépítésű, ipari jellegű készülék volt (54×40,3×18,2 cm; 15–20 kg). 8 bites architektúrára épült, 4 KB EPROM és 16 KB (később 68 KB-ig bővíthető) RAM memóriával. Operációs rendszere a CP/M módosított változata volt. Különlegessége, hogy a be- és kimeneti perifériák illesztését maguk a diákok tervezték: a lyukszalagos I/O portot Kátai és Gönczi, míg a nyomtatóportot Székely és Mihálc fejlesztette ki (SUMI 40P), amely akkoriban az Országos Tudományos Szesszió második díját nyerte el. Nemes és Szabó kazettás magnót adaptált a BELLA-hoz. A gép terminálként egy RFT NIK telexgépet használt.

A gép gyakorlati hasznát bizonyítja, hogy sikeresen programozták be a líceum bonyolult órarendjének optimalizálására. A BELLA egyetlen nap alatt képes volt elkészíteni az éves tanrendet, amit a hivatalos Területi Számítási Központ akkoriban negyedmillió lejért vállalt volna. Az alkatrészek tényleges ára ezzel szemben mindössze 20 000 lej (14 200 mai lej) volt. A BELLA-ból összesen 1 darab egyedi példány készült. [20]

A Bolyaiban működő elektronikai körörről így vallott Klementisz János: „Elektronikai körünk tulajdonképpen háromszintes. Bevezető tanfolyammal kezdjük, majd a digitális, végül a számítógép-technikai képzés következik. E három szintre nem osztályok, hanem képesség szerint jutnak el a diákok, tehát valaki akár már tizedikben is foglalkozhat számítógéppel, ha a többit már tudja. A kör elméleti oktatás mellett természetesen gyakorlati tevékenységgel is foglalkozik. Ennek «terméke» Bella.” [19]

A BELLA mikroszámítógép implementációja és sikere rávilágít arra a rendszerszintű paradigmaváltásra, amely a nyolcvanas évek romániai oktatásában ment végbe. A marosvásárhelyi Bolyai Farkas Líceumban folyó munka bizonyítja, hogy a diákok nem csupán passzív felhasználói voltak az új technológiáknak, hanem aktív hardver- és szoftverfejlesztőként is megállták a helyüket. Az, hogy a berendezés perifériáit, a lyukszalagos be- és kimeneti egységeket, valamint a díjnyertes SUMI 40P nyomtatóportot maguk a tanulók tervezték meg, a gyakorlati és az elméleti mérnöki képzés magas színvonalú fúzióját jelzi. Ez a módszertan messze megelőzte a korabeli, frontális oktatásra épülő tanterveket, és a tehetséggondozás olyan formáját valósította meg, ahol a diákok valós, komplex ipari és informatikai problémákkal szembesülhettek.

A gép szoftveres sokoldalúságát és az operációs rendszer módosított CP/M változatát dicséri, hogy képes volt megbirkózni az iskola strukturális igényeivel. Az órarendtervezés és az éves tanrend optimalizálása matematikailag és kombinatorikailag is rendkívül erőforrás-igényes feladatnak számított, amelyet a korabeli intézmények többsége manuálisan, hetekig tartó munkával, vagy méregdrága külső számítóközpontok bevonásával tudott csak megoldani. A BELLA huszonnégy óra alatti sikeres kalkulációja nemcsak a 8 bites

architektúra hatékony kihasználását mutatta meg, hanem azt a komoly gazdasági megtakarítást is, amelyet egyetlen, alapanyagáron összeszerelt iskolai számítógép hozhatott az intézménynek.

Bár a BELLA-ból mindössze egyetlen egyedi példány készült, és a PRAE-hez hasonlóan nem került sor a sorozatgyártására, szellemi öröksége és oktatástörténeti jelentősége megkérdőjelezhetetlen.



6. ábra. A BELLA kártyái és belső felépítése

4. COBRA: A BRASSÓI MIKROSZÁMÍTÓGÉP-IPAR CSÚCSA

1986-ban Brassóban egy újabb, rendkívül sikeres konstrukció született, amely már kifejezetten a Sinclair ZX-Spectrum kompatibilitást célozta meg.

4.1. Név és architektúra

A CoBra elnevezés a Computer Braşov kifejezésből ered.

A CoBra számítógép a korszak egyik érdekes, ZX Spectrum-kompatibilis hazai fejlesztésű gépe volt, amely technikai megoldásaival és grafikai képességeivel kiemelkedett a korabeli otthoni és iskolai számítógépek közül.

A gép lelke egy 3,5 MHz-en működő Z80-as processzor volt, amelyhez 16 KB EPROM társult. Ebben kapott helyet a beégetett BASIC nyelv, így a felhasználó a gép bekapcsolása után azonnal programozási környezetbe léphetett. A rendszert 48 KB RAM egészítette ki alapkiépítésben, de egyes változatoknál a memória mérete elérhette a 64–80 KB-ot is, ami akkoriban kifejezetten jelentősnek számított.

A CoBra egyik legnagyobb erőssége a grafikai megjelenítés volt. A korszak többi hazai számítógépével ellentétben 16 színű, 256×192 pixeles finomgrafikai üzemmódot kínált, amelyet egyszerűen, szabványos televízión lehetett megjeleníteni. Ez a színes grafika akkoriban látványos előrelépést jelentett, különösen az oktatási és kísérleti felhasználásban.

A kezelhetőséget egy szokatlan, de rendkívül hatékony billentyűzet segítette. Egyetlen gomb lenyomásával akár öt különböző művelet is elérhető volt, és a BASIC parancsok nagy része egyetlen billentyűvel, előre definiált formában jelent meg a képernyőn. Ez jelentősen felgyorsította a programozást, és csökkentette a hibalehetőségeket, különösen kezdő felhasználók esetében.

A programok tárolása kezdetben magnókazettán történt, később pedig 8 inches floppy lemezeken is elérhetővé váltak, amelyek körülbelül 180 KB kapacitást biztosítottak. A rendszer hordozhatósága ugyan korlátozott volt, de az alapgép mindössze körülbelül 1,5 kg-ot nyomott. Ezzel szemben a külső floppy egység már jóval robusztusabb kivitelű volt, nagyjából 15 kg tömegével inkább laboratóriumi vagy tantermi használatra volt alkalmas.

A CoBra sokoldalúságát az is mutatja, hogy több programozási nyelvet is támogathatott, illetve használtak rajta, így például BASIC, FORTRAN, FORTH, C, PROLOG és PASCAL nyelveken is lehetett fejlesztéseket készíteni. Ez különösen értékes tette oktatási környezetben, ahol a különböző nyelvek tanítása fontos szempont volt.



7. ábra. A CoBra számítógép

A gép ára a maga idejében körülbelül 35 000 akkori lej volt, ami mai értéken nagyjából 24 850 lejnek felel meg. Ez az ár egyértelműen a komolyabb, intézményi felhasználásra szánt számítógépek kategóriájába helyezte a CoBrát.

Összességében a CoBra egy sokoldalú, technikailag fejlett és oktatási célokra különösen alkalmas számítógép volt, amely a ZX Spectrum-kompatibilitás mellett saját, egyedi megoldásaival is hozzájárult a hazai számítástechnika fejlődéséhez.

Fehér és fekete műanyag kiszerelésben is megjelent, a reklámszövege „*Două computere într-unul singur*” – „*Két számítógép egyben*” volt.

Ami a csapatot illeti, az összetételét a *Brassói Lapokból* is megtudhatjuk:

„– Azt már tudják olvasóink, hogy a COBRA megteremtésére alakult szakembercsoport munkáját ön, dr. Gheorghe Toacșe egyetemi adjunktus hangolta össze, kik a többiek?

– A csoportot három mérnök: Sorin Finichiu, Vasile Prodan és Hans Georg Wagner, két matematikus: Marcel Arefia és Mircea Pop, valamint Antal Sándor építész alkotja.” [22]

A magyar csapattag, Antal Sándor, építész volt, és az arculattal, külalakkal foglalkozott.

A gép működését számos könyv is leírta a műszaki kézikönyvtől kezdve a BASIC nyelv bemutatásáig.

A CoBra projekt egyik különlegessége, hogy 1988-ban Sorin Cismaș vezetésével elkészült a továbbfejlesztett változat, a CoBra 2, más néven Turbo Spectrum. Ez a verzió már egyértelműen a korszerűsítés irányába mutatott, és több ponton is jelentős előrelépést képviselt az eredeti rendszerhez képest.

A fejlesztés során modern, akkoriban új generációs integrált áramköröket (IC-eket) alkalmaztak, amelyek nemcsak stabilabb működést, hanem kisebb energiaigényt és megbízhatóbb teljesítményt is biztosítottak. Ennek köszönhetően a gép mérete is csökkent, miközben a teljesítménye és adattárolási kapacitása nőtt, ami a korszak technikai viszonyai között kifejezetten előremutató megoldásnak számított.

A CoBra 2 egyik legnagyobb előnye a költséghatékonyság volt: az újratervezett hardverarchitektúra révén jóval alacsonyabb előállítási költséggel lehetett gyártani, miközben a funkcionalitás nem csökkent, sőt bizonyos területeken még javult is. Ez lehetővé tette volna a szélesebb körű elterjedést, különösen oktatási és kutatási intézményekben.

A Turbo Spectrum néven is ismert változathoz mindössze 12 darab készült, így ma már inkább ritkaságnak számít, mint tömeggyártott eszköznek. Ez a kis darabszám jól mutatja, hogy a projekt inkább kísérleti és fejlesztési jellegű volt, mintsem ipari méretű sorozatgyártásra szánt termék.

Összességében a CoBra 2 a sorozat egy fontos, technológiailag előremutató állomása volt, amely megmutatta, milyen irányba fejlődhetett volna tovább a hazai ZX Spectrum-kompatibilis számítógépek világa, ha a projekt nagyobb ipari támogatást kap.

4.2. Rugalmasság és szoftverellátottság

A CoBra mikroszámítógép rendkívüli sokoldalúságát és technológiai rugalmasságát leginkább az a szoftveres és hardveres pluralizmus bizonyította, amellyel a korabeli nemzetközi mezőnyben is kimagasló pozíciót vívott ki magának. A rendszer robusztusságát mutatja, hogy az alapvető, beépített BASIC környezet mellett képes volt a professzionális CP/M és OPUS operációs rendszerek futtatására is. Ez a sokszínűség elméleti és gyakorlati szempontból is ideális fejlesztői platformmá tette, mivel a korszak legfontosabb programozási nyelveit – köztük a FORTRAN, FORTH, C, PASCAL, PROLOG nyelveket –, valamint az adatbázis-kezelés korai etalonját, a dBase II-t is maradéktalanul támogatta.

A felhasználói interakciót és a kódbevitelt egy 59 gombos, QWERTY kiosztású billentyűzet biztosította. A korabeli mikroszámítógépekre jellemző módon a szoftveres architektúrát úgy optimalizálták, hogy a programozási folyamat gyorsítása érdekében egyetlen gombnyomással teljes BASIC parancsokat lehetett bevinni a rendszerbe. Az adathordozók evolúciója szintén hűen tükrözte a nyolcvanas évek technológiai átmenetét: az adattárolás kezdetben a háztartásokban is elérhető kazettás magnókon alapult, amelyet később a professzionális, ipari célú perifériák követtek. Ezek közé tartoztak az akkori viszonylatban monumentálisnak számító, mintegy 15 kilogrammot nyomó, 8 inches (20 cm-es) floppy lemezes meghajtók, amelyek lemezenként 80 KB adat tárolását tették lehetővé.

A CoBra nem maradt meg a laboratóriumok falai között vagy az egyedi prototípusok szintjén: a brassói gyárban mintegy 1000 darabot állítottak elő belőle, ami a korabeli romániai tervgazdasági és embargós környezetben jelentős szériának számított. Ez a flotta pedig rendkívül széles körű gyakorlati és ipari alkalmazást nyert. A gépeket előszeretettel alkalmazták a termelésben, a vállalati könyvelésben, a raktárkészletek automatizált kezelésében, az iskolai oktatásban, sőt, a specifikus hardveres illesztéseknek köszönhetően még a komplex biztonsági kamerarendszerek vezérlésére is alkalmasnak bizonyultak.

A platform elterjedésének és a hazai számítástechnikai kultúra kialakulásának egy egészen egyedi katalizátora volt, hogy a CoBra az összeszerelt modelleken túl „kitben”, azaz alkatrészcsomagban is megvásárolható volt. Ez a konstrukció lehetővé tette az otthoni összeszerelést és élesztést, ami a barkácsoló kedvű mérnökök, amatőrök és egyetemi hallgatók körében nemcsak a számítógépes ismeretek mély elméleti és gyakorlati elsajátítását biztosította, hanem a szigorúan ellenőrzött piacon egyfajta alternatív, közösségi hardverterjesztési formát is teremtett. A CoBra így vált a romániai informatika egyik legsikeresebb és leguniverzálisabb tömegtermékévé, amelynek magas technológiai nivóját a moszkvai kiállításon tapasztalt ipari kémkedési kísérlet is visszajelezte.

4.3. Ipari kémkedési incidens (Moszkva, 1988)

A CoBra technológiai színvonalát mutatja, hogy komoly nemzetközi érdeklődés kísérte.

Az 1988-ban megrendezett „Románia 88” moszkvai expó kiemelt jelentőséggel bírt a Nicolae Ceaușescu vezette román államvezetés számára, mivel a rezsim a KGST-országok (Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa) előtt kívánta demonstrálni a hazai ipar, és különösen a brassói informatikai fejlesztések versenyképességét. Mivel a CoBra egy rendkívül sokoldalú, Sinclair ZX Spectrum-kompatibilis, de floppy-meghajtó kezelésére és CP/M operációs rendszer futtatására is alkalmas, professzionálisabb célokra is optimalizált architektúra volt, a román titkosszolgálat, a Securitate tartott a technológia kiszivárgásától.

A kiállítást megelőzően a Securitate ügynökei szigorú biztonsági protokollokat léptettek életbe, és kifejezetten figyelmeztették a pavilon személyzetét, valamint a delegált mérnököket a külföldi hírszerzők jelentette kockázatokra. Hogy megakadályozzák a gép belső felépítésének, az egyedi áramköri elrendezéseknek a feltérképezését (az úgynevezett reverse engineering vagy visszafejtési eljárásokat), a kiállítóterben a gép burkolatát, a gépházat hivatalos biztonsági plombákkal látták el, és szorosan lecsavarozták a pavilon bemutóasztalához.

A rendkívüli óvintézkedések ellenére a hivatalos megnyitó előtti éjszakán a pavilon biztonsági zártságát kijátszva ismeretlen elkövetők behatoltak a román standhoz. Az akció professzionalizmusát mutatja, hogy a plombák és a csavarok ellenére a gépet módszeresen szétszerelték. A behatólok célpontja nem maga a külső hardver vagy a látványelemek voltak, hanem a gép tényleges szellemi tulajdona. Az alaplapot teljesen kiszerelték és eltávolították a házból, hogy fizikai mintát vegyenek a többretegű nyomtatott áramkör (PCB) topológiájáról. A firmware-t és a gép egyedi logikáját hordozó integrált áramköröket, köztük az EPROM-okat és a kritikus chipeket szintén kibányászták. A gép egyedi operációs és vezérlőszoftverét teljes egészében lemásolták, így a behatólok a CoBra működésének teljes digitális és fizikai tervrajzával távoztak. A román delegáció reggel a teljesen kifosztott, üres gépházzal szembesült, ami politikai és diplomáciai szempontból is súlyos botrányal fenyegetett a megnyitó előtt.

A bemutató teljes kudarctól való megmentése a brassói mérnökcsoport lélekjelenlétén és szakmai felkészültségén múlt. A delegáció tagjaként jelen lévő Adrian Maxim és mérnöktársai számítottak arra, hogy a szállítás vagy a tesztek során technikai meghibásodások léphetnek fel, ezért a szigorú embargós és szűkös anyagbeszerzési lehetőségek ellenére is vittek magukkal egy teljes értékű, működőképes tartalék alaplapot a szükséges integrált áramkörökkel együtt.

A csapat az incidens felfedezése után azonnal nekilátott a szabotált számítógép újjáépítésének. Pár óra alatt, még a hivatalos delegációk és a nagyközönség megérkezése előtt sikerült az új alaplapot beépíteniük, az áramköröket konfigurálniuk és a rendszert életre kelteniük. Ennek köszönhetően a CoBra a megnyitóra ismét tökéletesen üzemkész állapotban állt a pavilonban, elkerülve a látványos presztízavesztést.

A moszkvai eset a legfényesebb közvetett bizonyítéka annak, hogy a romániai (és azon belül a brassói) számítástechnikai fejlesztések a nyolcvanas évek végén elérték azt a kritikus szintet, amely már a keleti blokk vezető hatalmának (a Szovjetuniónak) vagy más külföldi titkosszolgálatoknak a figyelmét is felkeltette. A CoBra nem csupán egy egyszerű nyugati számítógép-klón volt, hanem a periféria kezelésében, a memóriakezelési rugalmasságában és az egyedi szoftveres megoldásaiban olyan hozzáadott mérnöki értéket képviselt, amelyet a korabeli nemzetközi vetélytársak érdemesnek találtak az illegális technológiaszerzésre és a közvetlen ipari kémkedésre is. [28]

5. AMIC: A LEGFONTOSABB ELŐFUTÁR

Az aMic a román számítástechnika történetének egyik legkorábbi személyi számítógépe volt, amely a nyolcvanas évek elején született meg, amikor Romániában több kutatócsoport is saját fejlesztésű mikroszámítógépekkel kísérletezett. Az aMic a kolozsvári PRAE és a temesvári TIM-S mellett az első román személyi számítógépek közé tartozott.

5.1. Név és architektúra

A gép nevének eredete nem teljesen tisztázott, de a legtöbb forrás szerint az **aMic** elnevezés az „Adrian Microcomputer” vagy egyszerűen az „Adrian-féle mikroszámítógép” rövidítéséből származhat, utalva fő tervezőjére, Adrian Petrescu professzorra. A név ugyanakkor szerencsés szókapcsolat is volt, hiszen a román *amic* szó jelentése „barát”, ami jól illett az otthoni és oktatási célú számítógép elképzeléséhez. A név hivatalos magyarázata azonban nem maradt fenn.

A számítógépet 1982-ben a bukaresti Bukaresti Politechnikai Intézet (Institutul Politehnic București) Számítástechnikai Tanszékén fejlesztette ki Adrian Petrescu és Francisc Iacob. Eredetileg laboratóriumi mintagépnek készült, de hamar felismerték, hogy oktatási és otthoni felhasználásra is alkalmas lehet.

Az aMic fejlesztőcsapata a román számítástechnika történetében jól dokumentált, és viszonylag szűk, de több intézményhez kötődő mérnök–kutató csoport volt. A rendszer nem csak két ember munkája volt: egy nagyobb egyetemi fejlesztőcsoport is dolgozott rajta.

A fontosabb közreműködők: Gheorghe Rizescu, C. Novăcescu, E. Decsoy, T. Ilin, F. Bar, R. Berindeanu, D. Pănescu, Görgényi Matekovits Ágota. [37], [38]

A sorozatgyártás 1983–1984-ben indult meg a temesvári Memóriagyárban, amely akkoriban az ország legfontosabb memóriachip- és számítógépalkatrész-gyártó központja volt. Az aMic viszonylag alacsony ára miatt elsősorban iskolákhoz, szakkörökhöz és fiatal felhasználókhöz jutott el.

Az aMic nem csupán egy számítógép volt, hanem annak bizonyítéka, hogy a román mérnökök a nyolcvanas évek elején saját erőből is képesek voltak személyi számítógépet tervezni és gyártani. A bukaresti laboratóriumoktól a temesvári gyártósorokig vezető út a román informatika egyik legizgalmasabb fejezetét írta meg.

Műszaki szempontból a gép egy 2,5 MHz-es Zilog Z80 mikroprocesszorra (illetve annak hazai megfelelőjére, az MMN80CPU-ra) épült. Alapkiépítésben 16 KB RAM-mal rendelkezett, amely a belső memóriabankok bővítésével akár 48 KB-ra is növelhető volt. Ez a 48 KB-os felső határ stratégiai döntés volt: így a fennmaradó 16 KB-os címtartományt (a Z80-as processzor összesen 64 KB-ot tudott közvetlenül megcímezni) teljesen le tudta fedni a fixen beépített ROM-rendszer.

„A személyi számítógép működési sebessége 300 000 utasítás másodpercenként.” [35]



8. ábra. Az aMic számítógép [27]

A gép grafikus megjelenítésért felelős alrendszere fekete-fehér, 256×256 képpontos raszteres felbontásra volt képes. Ez a monokróm, pixelalapú architektúra a korszakban komoly előnyt jelentett a mérnöki és matematikai alkalmazásokban, mivel lehetővé tette a precíz grafikonok, függvények rajzolását, valamint a cirill vagy egyedi karakterkészletek megjelenítését is a képernyőn.

A billentyűzet érintős, kapacitív, hangvisszajelzős, a beépített hangszórón hallható a bevitt utasítás vételi jelzése.

A programokat és az adatokat hagyományos magnókazettáról lehetett betölteni és menteni, ami költséghatékony és hozzáférhető megoldást jelentett a korszak kelet-európai oktatási és otthoni környezetében. Az aMic-et azonban kifejezetten felkészítették az ipari és laboratóriumi munkákra is: a burkolat hátulján található soros és programozható párhuzamos interfészek révén külső mérőműszerekhez, lyukszalagos egységekhez, plotterekhez vagy az akkori román gyártmányú nyomtatókhoz (pl. Centronics-kompatibilis típusokhoz) is hozzá lehetett kapcsolni.

Az aMic egyik legnagyobb technológiai bravúrja az volt, hogy a bekapcsoláskor azonnal elérhető 16 KB-os ROM-ba egy teljes, integrált szoftveres ökoszisztémát zsúfoltak bele a kolozsvári mérnökök. Nem volt szükség külön kazettákról beolvasni a fejlesztőeszközöket, a gép indítás után egy komplett munkaállomássá vált:

- BASIC-értelmező: Egy kiterjesztett BASIC nyelv, amely támogatta a gép egyedi, 256×256-os grafikai parancsait is.
- Monitorprogram: Lehetővé tette a gépikódú programozást, a regiszterek és a memória közvetlen manipulálását, ami elengedhetetlen volt a hardverközelí fejlesztésekhez.
- Szövegszerkesztő (Text Editor): Forrásprogramok és dokumentumok helybeni megírására és szerkesztésére szolgált.
- Assembler és Disassembler: Segítségével a fejlesztők közvetlenül a gép előtt ülve írhattak, fordíthattak és tesztelhettek Z80-as gépikódú (assembly) programokat, ami radikálisan felgyorsította a szoftverfejlesztést.

Az aMic jelentősége nem annyira az eladott darabszámban, hanem úttörő szerepében rejlett. Ez volt az egyik első olyan román mikroszámítógép, amelyet kifejezetten személyi használatra terveztek. Fejlesztési tapasztalatai később hozzájárultak a sikeresebb román otthoni számítógépek – például a HC-sorozat – megszületéséhez is. A román számítástechnika történetében ezért az aMic-et gyakran a személyi számítógépek hazai korszakának egyik legfontosabb előfutáraként említik.

Ami az aMic árát illeti, a következőket tudhattuk meg: *„Az írógéphez hiansolító számítógépből, egy kazetofonból és egy kis méretű televíziós készülékből, valamint a működését biztosító táptelepből áll: mindez 39 500 lejért megvásárolható.”* [31]

Ez az 1986-os ár ma olyan 11 150 lejt jelent.

5.2. Az aMic jelentősége

Az aMic számítógép jelentősége több szinten is kiemelkedő a román és a kelet-európai számítástechnika történetében. Nem csupán egy konkrét gépről van szó, hanem egy korszak egyik kulcsfontosságú fejlesztési irányáról.

Mivel a nyugati mikroszámítógépek behozatala a szigorú COCOM-embargó és a devizahiány miatt szinte lehetetlen volt, az aMic lett az egyik első olyan hazai alternatíva, amely tömegesen jelent meg az egyetemi laboratóriumokban, a líceumokban és a kutatóintézetekben. Robusztus kialakítása, beépített billentyűzete (amelyet gyakran egybeépítettek a gépházzal) és a gyárilag beépített, azonnal használható szoftverarzenálja miatt generációk tanulták meg rajta a programozás alapjait, mielőtt a későbbi Sinclair-klónok (mint a HC vagy a CIP) elárasztották volna a piacot.

A aMic-nak *„az az előnye, hogy az otthon már meglévő kazettás magnóra rögzített programot vihetjük bele és megjelenítője a már szintén meglévő fekete-fehér tévé-készülék. Sok területen hasznosítható. Mindenekelőtt az oktatásban (például javíthatja a térlátást). Irodákban a napi forgatókönyv bevitelével segít optimalizálni bizonyos feladatok elvégzését, üzletekben készletezhet, segít a leltározásban, gyárakban igen gyors előzetes hatékonyságszámítások végezhetőek vele.”* [30]

Görgényi Matekovits Ágota kutatómérnök így látta az aMic-et: *„A gazdasági tevékenység bármely vonalán fel lehet használni. Például: könyvelésre, raktárkészletek meghatározására és elosztására, bizonyos munka- vagy más művelet tervszerű és leggazdaságosabb elvégzőmódjának felvázolására. A mezőgazdasági egységekben például a legjobban hasznosítható takarmánymennyiség kiszámítására vagy a különböző fajta műtrágyák optimális optimális felhasználásának megállapítására. Mérnöki számítások elvégzésére is kiválóan alkalmas, különösen, ha részfeladatok megoldásáról van szó, amelyeket majd beprogramoznak egy*

nagyteljesítményű gépbe. Ily módon az illető szakember vagy kisebb intézmény sok időt és pénzt takarít meg. Kitűnően alkalmazható a tanításban vagy a tanulásban. Órákon az új anyag tanításánál, gyakorlásánál és ellenőrzésénél, egyéni és közös tesztek értékelésénél; informatikai körökön, logikai játékokhoz és szórakozva tanuláshoz.” [31]

Az aMIC-et eleve nem ipari tömeggyártásra, hanem: egyetemekre, középiskolai szakkörökre, programozás oktatására tervezték. Ez volt az egyik első olyan platform Romániában, ahol a programozás „kézzelfoghatóvá” vált.

Az aMic nem maradt elszigetelt projekt. Tapasztalatai közvetlenül hozzájárultak a HC-85 és HC-sorozat fejlesztéséhez, a ZX Spectrum-kompatibilis rendszerekhez, az oktatási BASIC-alapú számítógépes kultúrához. Gyakorlatilag „iskolát teremtett” a román PC-fejlesztésben.

Nem elhanyagolható tényező az sem, hogy az aMic által vált modellé a Bukarest–Temesvár együttműködés. A bukaresti kutatás, tervezés, akadémiai háttér, valamint a temesvári gyártás, ipari megvalósítás kettőssége a román számítástechnika egyik alapstruktúrája lett.

Elmondhatjuk tehát, hogy az aMic nemcsak az egyik első román személyi számítógép volt, hanem egyben az a technológiai kísérlet is, amely megalapozta a hazai számítástechnikai oktatást és a későbbi PC-fejlesztési programokat.

6. ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉS

Az alábbi táblázat összefoglalja az erdélyi mikroszámítógép-gyártás három meghatározó modelljének legfőbb műszaki és gazdasági jellemzőit:

Jellemző	PRAE	BELLA	CoBra	aMic
Processzor	Z80, 8 bit, 2,5 MHz	8 bit	Z80, 8 bit, 3,5 MHz	Z80, 8 bit, 2,5 MHz, kísérletekben 8080
Memória	ROM 2–16 kB, RAM 16–48 kB, Video 8 kB	ROM 4 kB, RAM 16–68 kB	ROM 2–16 kB, RAM 64–80 kB, Video 16 kB	ROM 6–16 kB, RAM 16–48 kB, Video 8 kB
Periféria	Kazetta, floppy, nyomtató	Lyukszalag, mágnes	Kazetta, floppy (8 inch, 5¼ inch), nyomtató	Kazetta, floppy (8 inch, 5¼ inch), nyomtató
Más periféria	58 lábú bővítési konnektor	Telex, ++CRT terminál	Botkormány, ipari és orvosi perifériák	Botkormány, LED-ek
Nyelv	PRAE-BASIC	BASIC, gépikód	BASIC, FORTH, Pascal, dBase II., PROLOG, C, Word Star	BASIC, aMic-FORTH
Billentyűzet	40 billentyű	Telex	59 billentyű QWERTY	59 billentyű QWERTY
Tévé	III VHF sáv, 6–12 csatorna (kb. 174–230 MHz)	nem	UHF, 30–40 csatorna (kb. 584–592 MHz), PAL jel	III VHF sáv, 6–12 csatorna (kb. 174–230 MHz)
Szöveges üzemmód	32×30 karakter	nem	32×24 karakter	32×30 karakter
Grafikus üzemmód	256×256 pixel, monokróm	nem	256×192 pixel, 16 szín, monokróm	256×256 pixel, monokróm
Hangfal	igen	nem	igen	igen
I/O portok	1 soros, 1 párhuzamos	1 soros, 1 párhuzamos	1 soros, 1 párhuzamos	1 soros, 1 párhuzamos
Operációs rendszer	PRAE-BASIC	CP/M változat	BASIC, CP/M vagy OPUS (lemezről indult)	BASIC
Méret	29x32x4 cm; 0,9 kg	54x40,3x18,2 cm; 20 kg	35,5x27x5,5 cm; 1,5 kg	34,6x28x7 cm; 1,5 kg

Ár	25 000 – 30 000 lej	20 000 lej	27 000 lej – 35 000 lej	39 500 lej
Sorozatgyártó	Memóriagyár, Temesvár	Bolyai Farkas Líceum	ICE Felix	Memóriagyár, Temesvár
Ipari felhasználás	igen	nem	igen	igen
Legyártott darabszám	2000 darab, 1983–1988 között	1 darab, 1985	1000 darab, 1987–1990 között	3000 darab, 1982–1984 között

7. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS TÁRSADALMI HATÁS

Az erdélyi számítógép-fejlesztések messze túlmutattak a pusztán mérnöki teljesítményen. Bár a merev szocialista iparpolitika és a bukaresti központosság gyakran akadályozta a sorozatgyártást (mint a PRAE hirtelen leállítása esetében), ezek a projektek kulcsszerepet játszottak az oktatásban.

A PRAE, aMic és a CoBra modellek köré szerveződtek az első hazai diák-informatikatáborok 1985-től (például a négyfalusi Bácsfalusi menedékházban, Brassóban és a tengerparton), ahol a fiatalok közvetlenül tanulhattak algoritmizálást. Az ezeken a gépeken felnövő mérnökök, programozók és tanárok generációi rakták le a régió későbbi, máig meghatározó informatikai és szoftverfejlesztői kultúrájának alapjait.

„A romániai iskolaszámítógép-programot a fent említett gépekkel igyekeznek megvalósítani, a nagyobb városokban már elég sok iskolának és pionírháznak van személyi számítógépe (többek között a miénknek is).” – mondta Bíró Zoltán, a sepsiszentgyörgyi Matematika-Fizika Líceum tanára. [25]

A helyzet Nagyváradon is hasonló volt: „A számítógépek használata az oktatási folyamatban nem újdonság immár meggyénkben. De annak számít, hogy a jelen tanévtől kezdve a nagyváradi Emanuil Gojdu Matematika-Fizika Líceum nyolc HC-85-ös, két PRAE, egy aMic számítógéppel felszerelt informatikai szaktantermet létesített megfelelő kiegészítő informatikai felszereléssel, színes monitorral. Felszereltség szempontjából ez a kabinet országos viszonylatban is a legjobbak közé tartozik – mondotta Adrian Niță tanár elvtárs –, a megyében pedig egyedülálló.” [32]

Hargita megyében is: „Jelenleg két, az országban gyártott személyi számítógépre kell figyelniünk. Mindkettőt a Számítástechnikai Kutatóintézet (I.T.C.) vidéki kirendeltségei fejlesztették ki. Kolozsváron a PRAE-t, Temesváron az aMic-ot.” [33]

Az erdélyi iskolaszámítógép-programok így nem pusztán technikai kísérletek voltak, hanem egy új oktatási kultúra alapjai, ahol a PRAE, az aMic és a CoBra köré szerveződő szakkörök és táborok generációk számára tették elérhetővé a programozás és az algoritmikus gondolkodás világát, hosszú távon meghatározva a régió informatikai utánpótlását.

A magas szintű BASIC nyelv: „Az aMic személyi mikroszámítógép könnyű kezelését a BASIC programozási nyelv használata biztosítja, melynek elsajátítása nagyon könnyű, nem feltétlenül követel előtanulmányokat a számítógép programozásához. Az aMic személyi mikroszámítógépen implementált BASIC programozási nyelv két nagyon fontos – nem könnyen összeegyeztethető – jellemzője: kevés és könnyen megírható utasítás, komplex műveletek végrehajtását teszi lehetővé.” [34]

Ami az akkori jövőképet illeti, Görgényi Matekovits Ágota kutatómérnök így fejtette ezt ki: „Két alkalommal orvosi kongresszuson (Temesváron az Orvostudomány és informatika című összejövetelen, Marosvásárhelyen a XI. Gyermekfogász Szimpóziumon) mutattam be ezt a külsőleg is szép, «okos» gépet. Mindenki nagyon meg volt elégedve, és a felhasználási kedv is biztató volt. Az elkövetkezőekben nagy feladat vár a programozókra, mind a szakemberekre, mind a számítástechnikát szenvedélyből gyakoroló felhasználókra. Minél szélesebb körű felhasználói szoftvert kell előállítani – és minél gyorsabban. Ezek a programok mindenki által elérhetőek és kazettán megvásárolhatóak kell majd hogy legyenek. Általánosítani kell a elemi és középiskolákban a programozással való ismerkedést. Ez nem egy adott programozási nyelv megtanulását feltételezi, hanem elsősorban annak az ismeretét, hogyan lesz egy problémából a számítógép által végrehajtandó utasítások sora. A lépések sorba állításának tudománya újfajta algoritmikus gondolkodásmódot igényel, amelynek kialakítását nem lehet elég korán elkezdni. A személyi számítógép rohamos elterjedése hozza létre az első olyan nemzedéket, amely nem felnőtt korában szokik hozzá az új gépi segítőtárhoz, hanem vele együtt nő fel.” [34]

Patrubány Miklós szerint is „A személyi számítógépek közös vonása, hogy legalább egy magas szintű programozási nyelvet «beszélnek».” [7]

Az erdélyi és romániai iskolaszámítógép-programok – köztük a PRAE, az aMic és a CoBra köré épülő rendszerek – nemcsak a számítógépek megismerését tették lehetővé, hanem az algoritmikus gondolkodás és a programozás oktatásának alapjait is lefektették: a BASIC nyelven keresztül a diákok megtanulták a problémák

lépésekre bontását, az utasítások logikus sorba rendezését és a számítógépes gondolkodás alapjait, így ezek a kezdeményezések egy olyan generációt neveltek fel, amely számára a programozás és az algoritmika már nem elméleti tudás, hanem természetes gondolkodási eszköz lett.

Az erdélyi és romániai iskolaszámítógépek – a PRAE, az aMic és a CoBra rendszerei – az oktatási intézményeken túl számos ipari és tudományos területen is megjelentek, ahol kísérleti vagy gyakorlati célú számítástechnikai eszközként használták őket: gyárakban, gyógyszeripari vállalatoknál, kutatóintézetekben és felsőoktatási műhelyekben egyaránt alkalmazták őket adatfeldolgozásra, adminisztrációs feladatokra, sőt egyes esetekben folyamatirányítási és gazdasági számítási rendszerekben is, ami jól mutatja, hogy ezek a gépek az oktatási szerepükön túl a korai román számítástechnikai infrastruktúra sokoldalú, átmeneti eszközei voltak. Például: „– Hol és „milyen minőségben” működnek jelenleg a PRAE-k? – Sok iparvállalatban, így a többi között az enyedi fémárugyárban, a Terápia Gyógyszergyárban, tudományos kutatóintézetekben, főiskolákon, iskolákban. A marosvásárhelyi Electromureș Vállalatban használják talán a legsokrértübben: a folyamatirányításban, a bérelszámolásnál stb. Kapcsolatban állunk a számítógépek sok kezelőjével, s tapasztalataikból mi is okulunk.” – foglalta össze Patrubby Miklós. [7]

A PRAE, az aMic és a CoBra számítógépek elterjedése többcsatornás beszerzési és fejlesztési rendszer eredménye volt: egy részük egyetemi és kutatóintézeti műhelyekben született prototípusként indult (Kolozsvár, Bukarest, Temesvár), majd állami kutatóintézetek – elsősorban az I.T.C. – bevonásával került továbbfejlesztésre és standardizálásra, végül pedig hazai ipari vállalatoknál történt a gyártás és összeszerelés, így ezek a gépek egyszerre voltak akadémiai fejlesztések, ipari termékek és központilag szervezett oktatási eszközök.

Egy technikatörténeti lábjegyzet a korszak gazdasági realitásairól: a hivatalos embargók és hiánygazdaság idején a gépekbe épített Z80-as vagy 8080-as processzorok ritkán származtak közvetlenül a nyugati gyártóktól (Zilog, Intel).

A romániai iskolaszámítógépek processzorválasztása nem egyetlen típushoz kötődött, hanem a keleti blokk és a nemzetközi technológiai utánpótlás sajátos keverékét tükrözte: a 8080-as architektúra szovjet KR580VM80A klónja, valamint a Z80-kompatibilis processzorok – köztük NDK-s (U880), szovjet (T34VM1, KR1858VM1) és japán (NEC D780C) változatok – egyaránt megjelentek a különböző rendszerekben, és ezekre a stabil, elérhető 8 bites CPU-kra épülve vált lehetővé, hogy a PRAE-, aMic- és CoBra-típusú gépeken mérnökök és informatikusok generációi sajátítsák el a programozás és a számítógépes gondolkodás alapjait.

Végezetül egy pár szót kell ejtenünk a PRAE és az aMic „nagy csatájáról is”.

Míg A Hét még arról írt, hogy „A lényeges az, hogy a két számítógép, az aMic és a PRAE 1000 sorozattermelése egyszerre indul be, talán éppen ezekben a napokban.”, addig azt is megemlíti, hogy: „Amint a vezetési és informatikai intézet (Institutul Central pentru Conducere și Informatică) illetékesei többször elmondták, a hazai informatika, de mondhatni, az egész tudományos kutatás egyik legfontosabb stratégiai célkitűzése: az egységes országos informatikai rendszer létrehozása.” [5]

Az egységes országos informatikai rendszer nyertese az aMic lett, részben azért is, mert bukaresti akadémiai háttérrel és központi támogatással rendelkezett, ami meghatározó volt a standardizálás és a gyártás megszervezése szempontjából.



9. ábra. A PRAE (1980) és az aMic (1984) számítógépek hasonlósága [27]

Végkövetkeztetésként elmondhatjuk, hogy az erdélyi iskolaszámítógép-fejlesztések – a PRAE, a BELLA, az aMic és a CoBra rendszerek – egyszerre voltak technológiai kísérletek, oktatási eszközök és iparpolitikai kompromisszumok eredményei. Jelentőségük messze túlmutatott a hardvereken: az algoritmikus gondolkodás és a programozás oktatásán keresztül egy új informatikai műveltség alapjait teremtték meg,

miközben az iskoláktól az ipari üzemekig és kutatóintézetekig széles körben alkalmazott, átmeneti számítástechnikai infrastruktúrát biztosítottak. A központosított fejlesztési és gyártási rendszerben ezek a gépek egyszerre testesítették meg a helyi innovációt és az országos standardizáció törekvését, hatásuk pedig abban mérhető leginkább, hogy egy teljes nemzedék számára tették természetessé a programozást és az algoritmikus szemléletet, amelynek továbbélése napjainkban is érzékelhető: a térségből kikerülő diákok és fiatal szakemberek ma is kiemelkedő eredményeket érnek el nemzetközi informatikai és programozási versenyeken.

KÖNYVÉSZET

- [1] <https://www.zcj.ro/eveniment/cum-au-facut-clujenii-primul-calculator-romanesc-de-care-nu-si-mai-aduce-aminte-nimeni-foto-video--120280.html>
- [2] *A Hét*, 1984. március 22., 15. évfolyam, 13. szám
- [3] *Szatmári Hírlap*, 1984. március 24., 17. évfolyam, 71. szám
- [4] *TETT*, 1984., 8. évfolyam, 32. szám
- [5] *A Hét*, 1984. július 5., 15. évfolyam, 28. szám
- [6] *Új Élet*, 1985. november 10., 27. évfolyam, 21. szám
- [7] *Új Élet*, 1987. február 10., 29. évfolyam, 3. szám
- [8] *A Hét*, 1988. február 11., 19. évfolyam, 7. szám
- [9] *Fáklya*, 1988. március 31., 43. évfolyam, 76. szám
- [10] *A Hét*, 1988. június 23., 19. évfolyam, 26. szám
- [11] *Korunk*, 1989., 48. évfolyam, 8. szám
- [12] *MASZOL (maszol.ro)*, 2013. december 6.
- [13] *Népújóság*, 2013. december 9., 65. évfolyam, 284. szám
- [14] <https://retroit.ro/product/prae/>
- [15] <https://www.electrokits.ro/calculatorul-prae-1980/>
- [16] <https://www.facebook.com/RomanianHomeComputer>
- [17] Dr. Mátyás Szabolcs: *A Kárpát-medence talentumföldrajza*, M. Sz. és Társa, Debrecen, 2021
- [18] *Előre*, 1988. június 15., XLII. Évfolyam, 12 608. szám
- [19] *Vörös Zászló*, 1985. november 1., 37. évfolyam, 258. szám
- [20] *Új Élet*, 1985. november 11., 27. évfolyam, 22. szám
- [21] *A Hét*, 1989. szeptember 14., 20. évfolyam, 38. szám
- [22] *Brassói Lapok*, 1986. május 9., 18. évfolyam, 19. szám
- [23] *Szatmári Hírlap*, 1986. május 31., 19. évfolyam, 127. szám
- [24] *Jóbarát*, 1986. szeptember 4., 20. évfolyam, 36. szám
- [25] *Computerworld Számítástechnika*, 1987. április 8., 2. évfolyam, 7. szám
- [26] <https://cobrasov.com/>
- [27] <https://retroit.ro/>
- [28] <https://adevarul.ro/stiri-locale/brasov/operatiunea-cobra-proiectul-discret-al-1726112.html>
- [29] *A Hét*, 1988. február 11., 19. évfolyam, 7. szám
- [30] *Brassói Lapok*, 1985. július 5., 17. évfolyam, 27. szám
- [31] *Dolgozó Nő*, 1986. szeptember 1., 42. évfolyam, 9. szám
- [32] *Fáklya*, 1988. március 31., 43. évfolyam, 76. szám
- [33] *Hargita*, 1985. június 8., 18. évfolyam, 134. szám
- [34] *TETT*, 1984, 8. évfolyam, 32. szám
- [35] *Új Élet*, 1985. november 10., 27. évfolyam, 21. szám
- [36] <https://www.z80-romania.ro/>
- [37] A. Petrescu, F. Iacob, Gh. Rizescu, C. Novăcescu, E. Decsov, T. Ilin, F. Bar, R. Berindeanu, D. Pănescu: *Totul despre... Calculatorul personal aMIC. Vol. 1*, Editura Tehnică București, 1985.
- [38] A. Petrescu, F. Iacob, Gh. Rizescu, C. Novăcescu, E. Decsov, T. Ilin, F. Bar, R. Berindeanu, D. Pănescu, C. Constantinescu, I. Petrescu, A. Matekovits: *Totul despre... Calculatorul personal aMIC. Vol. 2*, Editura Tehnică București, 1985.