

50 lat polskich komputerów. Historia romantyczna (cz. 2)

Wojciech Nowakowski

6 lutego 1959 roku powołano do życia państwowe przedsiębiorstwo Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO. To tam powstała legenda polskiej informatyki: komputer Odra.

Głównymi powodami utworzenia firmy były: nadwyżka kadry technicznej (absolwentów Wydziału Łączności Politechniki Wrocławskiej) oraz potrzeba wzmocnienia zaplecza kooperacyjnego Zjednoczenia UNITRA, w tym Warszawskich Zakładów Telewizyjnych i dzierżoniowskich Zakładów Radiowych DIORA. Zarówno decydenci, jak i członkowie środowiska naukowego Wrocławia byli od początku zgodni, że wobec sukcesów w konstrukcji maszyn matematycznych w Warszawie WZE ELWRO powinno być pierwszą w Polsce fabryką komputerów. Do rozpoczęcia montażu maszyn cyfrowych było jeszcze daleko, a doraźne decyzje gospodarcze nakazywały szybkie rozpoczęcie produkcji kooperacyjnej między innymi przetłaczników kanałów i zespołów odchylenia do odbiorników telewizyjnych oraz głośniczków UKF do odbiorników radiowych. Równocześnie rozpoczęto jednak prace przygotowawcze do wprowadzenia techniki cyfrowej.



Tabliczka znamionowa z komputera Elwro 804 Junior (fot. Sławomir Umpirowicz, na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 3.0](#))

W 1959 roku we Wrocławiu wiedzę o komputerach miało zaledwie kilka osób skupionych w Politechnice Wrocławskiej wokół prof. Jerzego Bromirskiego. Środowisko warszawskie budowało już w tym czasie działające maszyny cyfrowe, podjęto więc decyzję o skorzystaniu z tych doświadczeń. Utworzono dwie grupy, z których jedna była szkolona w Zakładzie Aparatów Matematycznych PAN pod kierownictwem Leona Łukaszewicza (wówczas docenta), a druga w Instytucie Badań Jądrowych PAN pod kierownictwem Romualda Marczyńskiego (wówczas również docenta). Po powrocie obu

grup z Warszawy w Biurze Konstrukcyjnym ELWRO utworzony został jeden zespół pod kierunkiem prof. Jerzego Bromirskiego (później Zbigniewa Wojnarowicza), który przystąpił do prac konstrukcyjnych zmierzających do zbudowania własnej maszyny cyfrowej. Wstępnie rozpoczęto prace nad cyfrowym przelicznikiem S-1 (maszyna cyfrowa o stałym programie) opracowanym w ZAM PAN przez zespół Jerzego Gradowskiego. Posługiwano się przy tym otrzymaną z ZAM dokumentacją logiczną i publikacjami naukowymi dotyczącymi elementów podstawowych.

W ten sposób rozpoczęła się budowa modelu maszyny cyfrowej Odra 1001, której logika oparta była na S1. Prototyp Odry 1001 został uruchomiony w czerwcu 1961 roku, jednak już wcześniej stwierdzono, że nie nadaje się on do produkcji seryjnej wskutek zbyt małej niezawodności tej maszyny. Już w maju 1961 roku opracowano założenia techniczne komputera Odra 1002, następnej wersji maszyny 1001. Poprawiono konstrukcję elementów podstawowych, starzono i selekcjonowano tranzystory i diody, wprowadzono dokładne sprawdzanie montażu pakietów. Zabiegi te nie przyniosły radykalnej zmiany. Jakkolwiek Odra 1002 była lepsza niż Odra 1001, to jednak jeszcze niewystarczająco.



Komputer Odra 1002, eksponat w Muzeum Techniki w Warszawie (fot. Marcin Marucha, na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/))

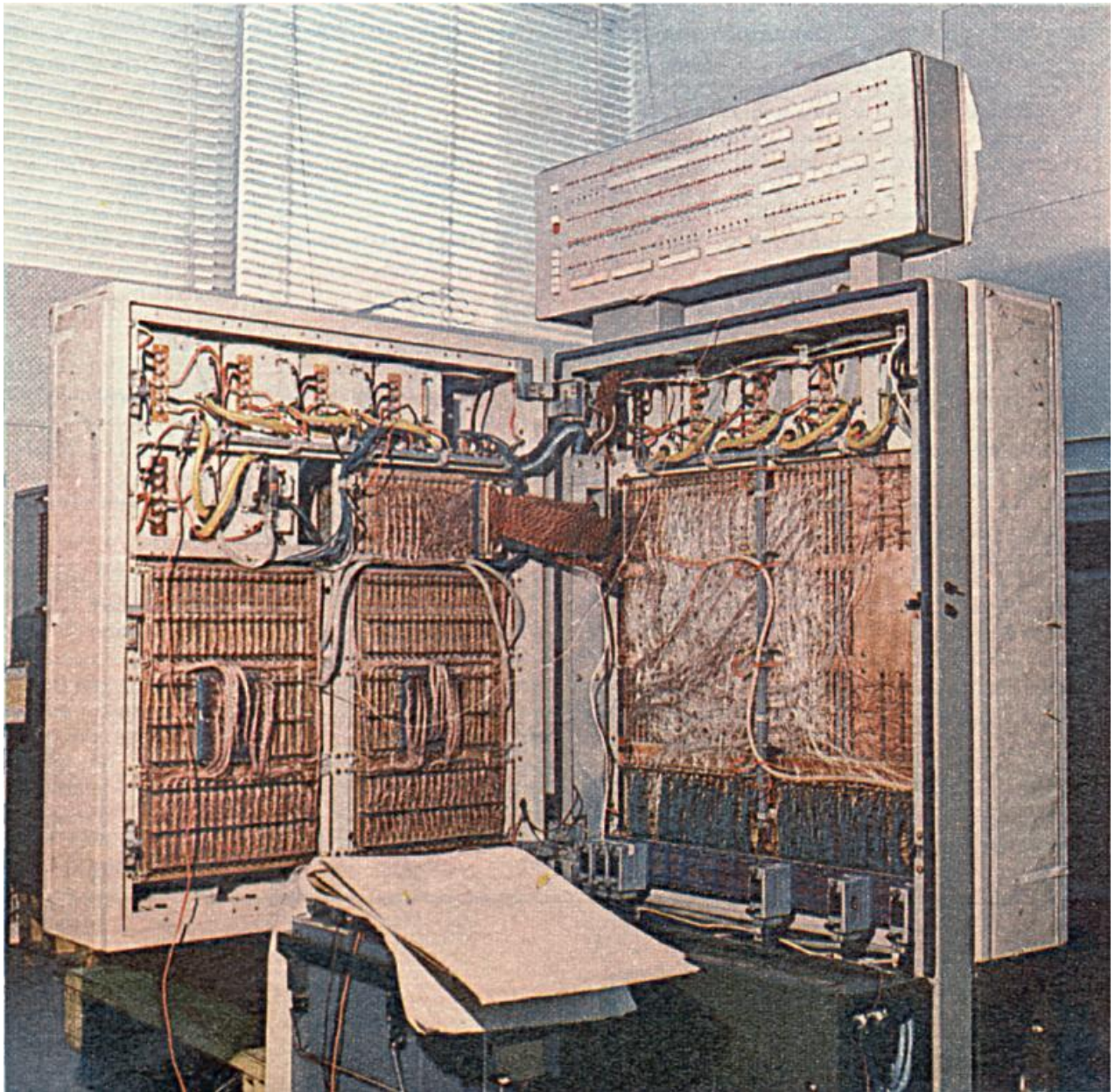
W połowie 1961 roku kierownictwo ELWRO doszło do wniosku, że z istniejących w kraju modeli maszyn cyfrowych do produkcji nadaje się najlepiej opisana wyżej maszyna UMC-1 opracowana w Katedrze Budowy Maszyn Matematycznych PW prof. Antoniego Kilińskiego. W celu uruchomienia jej produkcji w ELWRO powołano zespół konstrukcyjno-technologiczny pod kierownictwem Eugeniusza Bilskiego. W jego skład weszli: Jan Bocheński, Stanisław Gacek, Zbigniew Krukowski, Stanisław Lepetow, Andrzej Niżankowski i Henryk Pluta. W trakcie prac dołączyli do nich jeszcze dwóch absolwentów Politechniki Wrocławskiej: Bronisław Piwowar (późniejszy dyrektor IMM) i Jerzy Pacholarz. Łącznie w latach 1963 i 1964 wyprodukowano 24 maszyny UMC-1.

Równolegle z uruchomieniem produkcji UMC-1, w ELWRO opracowano w roku 1963 prototyp nowej maszyny Odra 1003. Była to już konstrukcja uwzględniająca wymogi technologiczne produkcji seryjnej. W 1966 roku produkowano już Odrę 1013, która oprócz pamięci bębnowej miała szybką pamięć ferrytową o pojemności 256 słów. Dzięki temu uzyskano wielokrotnie większą szybkość niż w Odrze 1003.

Komputery Odra. Legenda polskiej informatyki

W 1966 roku zmontowano w ELWRO dwa komputery ZAM-21 na podstawie dokumentacji z IMM w Warszawie. Egzemplarze te uznano jednak za zawodne i nie podjęto produkcji seryjnej tych maszyn, choć komputery ZAM-21 budowane w IMM nie psuły się. W roku 1967 opracowany został w ELWRO komputer Odra 1204 o parametrach znacznie przewyższających Odrę 1013. Jego konstruktorami byli twórcy Odry 1003 i Odry 1013 oraz nowa grupa inżynierów, w tym Bronisław Piwowar, Alicja Kuberska, Adam Urbanek i czworo absolwentów Politechniki Warszawskiej, wychowanków prof. Antoniego Kilińskiego: Bogdan Kasierski, Ryszard Fudala, Kazimiera Hejnał i Grażyna Węgrzyn. Komputer był wyposażony w pamięć ferrytową oraz pamięć bębnową opracowaną przez zespół Eugeniusza Nowaka w IMM. Łącznie wyprodukowano 179 tych komputerów, z czego wyeksportowano 114 egzemplarzy.

Wadą maszyny Odra 1204 było bardzo ubogie, w porównaniu z maszynami firm zachodnich, oprogramowanie podstawowe. Jego opracowanie było w krótkim czasie niemożliwe, więc powstał pomysł skonstruowania polskiej maszyny kompatybilnej z oprogramowaniem podstawowym i użytkowym któreś z firm zachodnich. Po przeprowadzeniu szeregu rozmów handlowych okazało się, że proponowaną współpracą zainteresowana jest firma International Computers and Tabulators (ICT, później ICL). Wynegocjowano kontrakt i jesienią 1967 roku grupa logików ELWRO rozpoczęła w ICL przeszkolenie na maszynie ICL 1904. Od początku 1968 roku rozpoczęły się prace nad konstrukcją Odry 1304. Na początku 1970 roku wykonano osiem maszyn Odra 1304 i stwierdzono ich pełną zgodność z ICL 1904. W porównaniu z poprzednimi maszynami wzrosła liczba urządzeń zewnętrznych. Doszły: czytnik kart, drukarka wierszowa, a później multipleksery i terminale. Istotną rolę w rozwinięciu produkcji maszyn Odra 1300 na większą skalę odegrało utworzenie nowych zakładów produkujących urządzenia informatyczne, takich jak ZMP Błonie (drukarki wierszowe) oraz MERAMAT (pamięci taśmowe). Zakłady te były nie tylko kooperantami ELWRO, ale szybko stały się samodzielnymi eksporterami swoich wyrobów. Odra 1304 miała następujące oprogramowanie podstawowe: system operacyjny, języki programowania ALGOL, FORTRAN i COBOL, język konwersacyjny JEAN, języki symulacyjne CSL i SIMON, bibliotekę ponad 1000 programów i podprogramów standardowych oraz 15 pakietów programów użytkowych z zakresu planowania i zarządzania.



Jednostka centralna komputera Odra 1305 (fot. domena publiczna)

Odra 1304 oraz jej następczynię, Odra 1305 (opracowana przy współudziale Instytutu Maszyn Matematycznych) i Odra 1325, zbudowane już na podstawie techniki układów scalonych, były na początku lat siedemdziesiątych najlepszymi maszynami w krajach Europy Środkowej i Wschodniej. Posiadając bogate oprogramowanie oraz pełny asortyment urządzeń zewnętrznych, stały się pełnosprawnymi narzędziami informatyzacji wielu przedsiębiorstw i instytucji. Łącznie wyprodukowano 587 egzemplarzy maszyn serii 1300, co umożliwiło informatyzację całych branż, takich jak budownictwo i kolej, oraz instytucji, jak na przykład GUS i WUS-y oraz szkoły wyższe. Przedostatnia Odra 1305, wyprodukowana przed trzydziestu laty przez ELWRO, została wyłączona na zawsze 18 lipca 2003 roku. Przez trzy dekady służyła wrocławskiej fabryce Hutmen. Odra działała podobno bezawaryjnie (zużywały się tylko części) i odmawiała jedynie włączenia, kiedy w pomieszczeniu było za zimno. Obecnie Odra pracująca poprzednio w Hutmenie znajduje się w

skansenie kolejnictwa w Jaworzynie Śląskiej. Ostatnia Odra pracuje jeszcze na stacji towarowej PKP Wrocław-Brochów.

RIAD? Też to zrobimy!

W roku 1968 na spotkaniu RWPG w Moskwie postanowiono, że komputery szerokiego przeznaczenia produkowane w krajach socjalistycznych powinny być kompatybilne, by wspólnymi siłami produkować cały typoszereg maszyn cyfrowych. Ustalono, że będzie to produkcja wzorowana na amerykańskich komputerach IBM. Projekt nosił nazwę Jednolitego Systemu RIAD. Zakładom ELWRO przypadła w udziale produkcja maszyn R30 według projektu opracowanego w Erewaniu (Armenia). Projekt ten odbiegał od nowszej technologii stosowanej przy produkcji maszyn z serii Odra 1300, Dlatego w ELWRO opracowano pod kierunkiem Bogdana Kasierskiego zupełnie nowy projekt maszyny, programowo zgodnej z pozostałymi komputerami Jednolitego Systemu RIAD, lecz o parametrach technicznych kilkakrotnie wyższych od R30. Projekt ten został przyjęty pod nazwą R32 i wdrożony do produkcji, która wyniosła ponad 150 maszyn. W latach 1972–1973 prowadzone były w ELWRO równoległe prace nad komputerami 1305 i 1325 oraz modelem R32.

W roku 1973 na Targach w Brnie odbyło się porównanie wszystkich modeli serii RIAD skonstruowanych w byłym bloku socjalistycznym. W Czechosłowackiej Akademii Nauk przygotowano mieszankę miliona operacji i zmierzono czasy jej wykonania przez różne modele. R32 okazał się najsprawniejszym relatywnie komputerem z serii.

Minikomputery. K-202 – fakt czy mit? Fakt

W początkach lat 70., wraz z opracowaniem cyfrowych układów scalonych pojawiły się pierwsze minikomputery. Były one mniejsze, tańsze i nie wymagały do obsługi specjalnie przeszkolonych specjalistów. Polskie minikomputery to między innymi K-202, MOMIK 8b, Mera 300, Mera 400, SM4. Wszystkie te maszyny zostały opracowane w Instytucie Maszyn Matematycznych i wdrożone do produkcji w zakładach zjednoczenia MERA. Pierwszy z nich obrósł legendą jego konstruktora Jacka Karpińskiego, człowieka niezwykle zdolnego, ale i bardzo trudnego we współpracy. Urodzony w 1927 roku, był żołnierzem Szarych Szeregów w Batalionie Zośka i trzykrotnie odznaczono go Krzyżem Walecznych. Ciężko ranny w pierwszym dniu Powstania Warszawskiego i sparaliżowany, został ewakuowany z miasta. Po rehabilitacji od 1946 roku studiował na Politechnice Łódzkiej, a potem Warszawskiej. W 1957 roku, jako adiunkt w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN, skonstruował swoją pierwszą maszynę do analizowania dużych zbiorów danych w Państwowym Instytucie Hydrologiczno-Meteorologicznym. Dwa lata później powstał AKAT-1 – pierwszy na świecie tranzystorowy analizator równań różniczkowych.

Rok później Karpiński został jednym z sześciu laureatów ogólnoswiatowego konkursu młodych talentów techniki organizowanego przez UNESCO (200 kandydatów, po jednym z każdego kraju). W nagrodę przebywał dwa lata w USA, studiując między innymi na Harvardzie i Massachusetts Institute of Technology. Miał okazję poznać osobiście Johna P. Eckerta, jednego z twórców ENIAC-a. W latach 1970–1973 Jacek Karpiński, wraz z zespołem w składzie: Elżbieta Jezierska, Andrzej Ziemkiewicz, Zbysław Sz waj, Teresa Pajkowska (która, *notabene* brała udział w uruchomieniu produkcji maszyny UMC-1 w ELWRO), Krzysztof Jarosławski, opracował i skonstruował minikomputer 16-bitowy K-202. Pracował on z prędkością miliona operacji na sekundę i jako pierwszy w historii stosował stronicowanie adresowania pamięci, co było autorskim wynalazkiem Jacka Karpińskiego i umożliwiała rozbudowę pamięci operacyjnej do astronomicznej wówczas wielkości ośmiu MB.



Minikomputer K-202 konstrukcji Jacka Karpińskiego, eksponat z Muzeum Techniki w Warszawie (fot. <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Olaf>, domena publiczna)

Wdrożenie tego komputera do produkcji nie odbyło się bez wielu problemów. Bardzo zdolny, ale i gwiazdorski konstruktor, na dodatek o „niesłusznej” przeszłości, nadawał na innej fali niż przedstawiciele ociężałej administracji państwowo-gospodarczej. Mimo wielu starań, udziału kapitału zagranicznego, zorganizowania specjalnie dla tego produktu Zakładu Mikrokomputerów w fabryce mierników ERA (nie bez wsparcia niektórych ówczesnych czynników politycznych i środków przekazu), liczba wyprodukowanych K-202 nie przekroczyła trzydziestu sztuk przeznaczonych na eksport i około stu na rynek krajowy, choć trzeba zauważyć, że w owych czasach nie było to mało. Do chwili obecnej osoba Jacka Karpińskiego budzi emocje w środowisku: przez jednych uważany jest za geniusza, inni zarzucają mu gigantomanię, sprawny – jak by się powiedziało dziś – PR, a nawet oszustwo. Jednak konstrukcje Jacka Karpińskiego istniały, funkcjonowały, a obecnie są ważnymi eksponatami warszawskiego Muzeum Techniki. I trzeba wspomnieć, że w czasie prac związanych z wdrożeniem do produkcji minikomputera K-202 Jacek Karpiński był Dyrektorem Zakładu Doświadczalnego Minikomputerów IMM.

MOMIK 8b to 8-bitowy minikomputer zbudowany na układach scalonych TTL. Opracowany przez Instytut Maszyn Matematycznych w 1973 roku, był produkowany seryjnie przez Zakład Systemów Minikomputerowych MERA od 1974 roku i stosowany w serii MERA 300 (MERA 300 – to rozbudowany i współpracujący z szeregiem urządzeń peryferyjnych MOMIK 8b). System ten okazał się udanym rozwiązaniem technicznym i wkrótce znalazł szerokie zastosowanie w księgowości oraz przemyśle, gdzie używano go do sterowania procesami technologicznymi, na przykład produkcją polipropylenu. Natomiast MERA 400 był 16-bitowym minikomputerem wzorowanym na komputerze

K-202, ale zbudowanym na krajowej bazie elementowej, produkowanym w latach 1976–1987. Również doczekał się wielu zastosowań w gospodarce.

Ostatnim znaczącym krokiem w konstrukcji minikomputerów było opracowanie w IMM i wdrożenie do produkcji w fabryce ERA (w 1983 roku) minikomputera SM4, będącego logicznym odpowiednikiem maszyny PDP-11 firmy DEC (przedsiębiorstwo to, drugie w świecie po IBM, było wówczas modne w socjalistycznej części Europy). Ze względu na kłopoty z COCOM-em SM4 produkowano głównie na elementach krajowych. Był on stosunkowo nowoczesny, ale szybko stał się drogi i przestarzały. Jego odpowiednik firmy DEC był produkowany tylko rok, SM4 zaś ponad pięć lat, przy czym dość rzadko wprowadzano nowinki technologiczne – oprócz zastosowania pamięci półprzewodnikowej dotyczyły one urządzeń peryferyjnych. W 1986 roku najtańszy SM4 produkcji polskiej kosztował 16 mln złotych plus 8 tys. dolarów, zaś najdroższy produkcji rumuńskiej kosztował 100 mln złotych. W tym czasie pojawiła się już w kraju konkurencja w postaci sprowadzanych prywatnie klonów mikrokomputera IBM PC/XT w cenie 3–4 mln złotych. Nadeszła era mikrokomputerów, czyli tak zwanych komputerów osobistych (PC).

Mazovia. Łabędzi śpiew

Jeszcze raz okazało się, że środowisko naukowców i inżynierów IMM jest merytorycznie elastyczne i – jakby się powiedziało dziś – on line. Idea budowy polskiego komputera osobistego wzbudziła nowe emocje. Do pracy zabrano się z niezwykłą, jak na owe czasy, sprawnością i energią, w czym liczne zasługi mieli ówczesny dyrektor IMM dr inż. Bronisław Piwowar oraz współpracujący z nim zastępca ds. ekonomicznych mgr inż. Roman Czajkowski (późniejszy wieloletni Dyrektor IMM, który przeprowadził Instytut przez trudne lata dziewięćdziesiąte). Powołano międzyzakładowy zespół konstrukcyjny, w którego skład weszły oprócz Instytutu Maszyn Matematycznych także Zakłady Polkolor, Era i Błonie, dzięki czemu prace nad jednostką centralną, monitorem, klawiaturą i drukarką prowadzono równocześnie. Kierownikiem międzyzakładowego zespołu był mgr inż. Jerzy Sławiński z IMM. Dzięki udanej współpracy Instytutu z zakładami produkcyjnymi udało się przejść z rozwiązań naukowych na technologiczne. Wspomniane firmy (IMM, ERA, POLON, MERA-BŁONIE, POLKOLOR, MERA-SYSTEM, MERAL, BIUROTECHNIKA, MERA-REFA, MERAMAT, METRONEX i PHZ UNITRA) założyły spółkę Mikrokomputery, której głównym celem była produkcja komputera osobistego nazwanego Mazovia 1016.

Prace nad konstrukcją Mazovii były prowadzone nie tylko sprawnie i energicznie, lecz również nowoczesnie, na co miał szczególny wpływ dyrektor Bronisław Piwowar. Po raz pierwszy bowiem w historii polskich komputerów równie wielką wagę przywiązywano zarówno do konstrukcji, jak i wzornictwa. Opracowanie i ujednoczenie wyglądu wszystkich elementów systemu (jednostki centralnej, monitora, klawiatury i drukarki) zlecono profesjonalnej firmie. Było to w pełni uzasadnione przewidywaną grupą odbiorców, w której obok dotychczasowych przedstawicieli gospodarki państwowej mieli znaleźć się liczni użytkownicy prywatni oraz raczkujące małe przedsiębiorstwa tzw. sektora nieuspołecznionego.



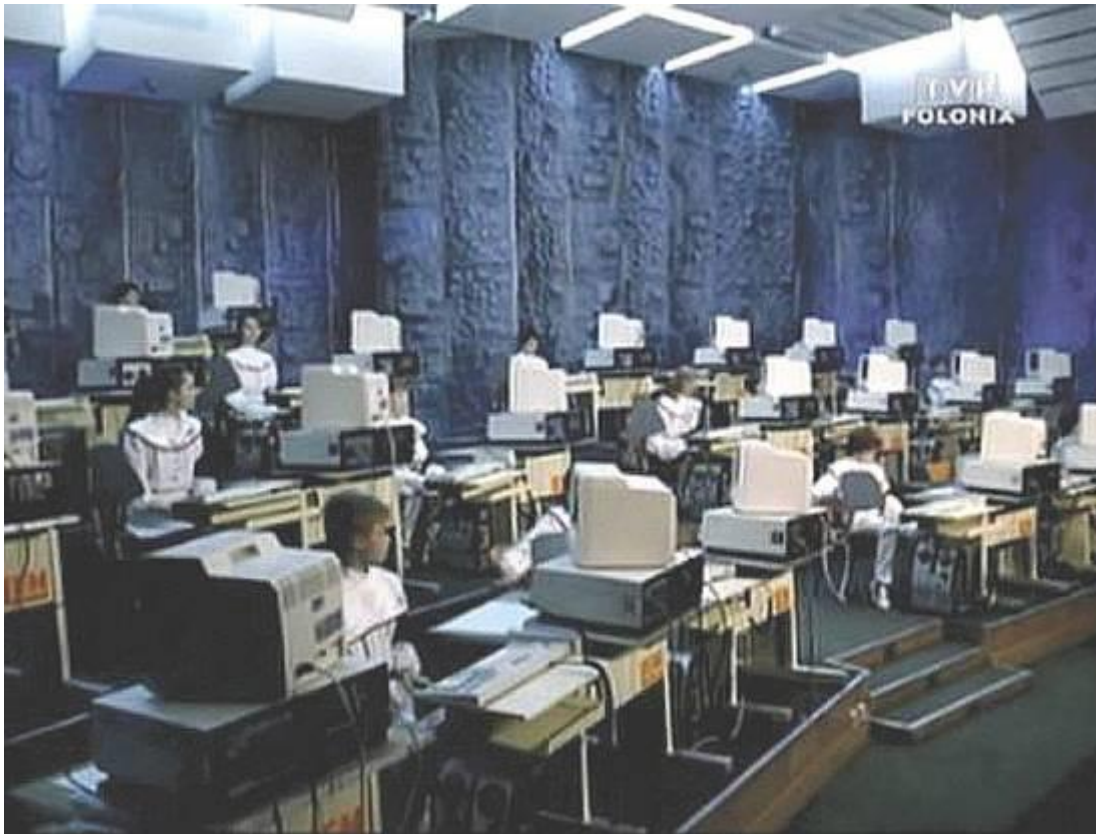
Mikrokomputer Mazovia 1016, polski IBM PC/XT, z podwójną stacją dyskietek 5,25", monitorem MM12P i klawiaturą KL10 (fot. [Damian Dudek](#) at [pl.wikipedia](#), na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa–na tych samych warunkach 3.0 niezlokalizowana](#))

Nowy polski komputer musiał mieć litery z polskimi znakami diakrytycznymi. Zmuszenie procesora i monitora do wyświetlania „ą”, „ę” czy „ź” okazało się jednym z najpoważniejszych problemów technicznych. Trzeba było stworzyć specjalną tablicę kodową Mazovia autorstwa mgr inż. Jana Klimowicza, z polskimi literami w drugiej połowie (powyżej 126). Wiele dyskusji poświęcono klawiaturze: czy ma być zupełnie nowa, czy taka jak w maszynach do pisania. Szefem zespołu konstrukcyjnego Mazovii w IMM był mgr inż. Krzysztof Dzik, obecnie kierownik Zakładu Systemów Identyfikacji i Urządzeń Laserowych.

Mazovia ujrzała światło dzienne w roku 1984. Pod kilkoma względami była lepsza od istniejących ówczesnie pecetów IBM, choć była z nimi w pełni kompatybilna. Miała przede wszystkim lepszy, 16-bitowy procesor, odpowiednik 8086. Jej wadą była niewystarczająca niezawodność, bowiem ze względu na obowiązujące wówczas embargo COCOM-u na dostawy zaawansowanych technologii do

krajów komunistycznych, większość elementów i podzespołów pochodziła z krajów strefy rublowej, a ich jakość nie była niestety najlepsza. Egzemplarze zbudowane z podzespołów zachodnich były już zupełnie niezłe.

Mazovia 1016 była pierwszym polskim komputerem, który współtworzył scenografię popularnego filmu fabularnego. Krzysztof Gradowski wykorzystał te mikrokomputery w roku 1988, kręcąc trzecią część swojej trylogii o Panu Kleksie, zatytułowanej „Pan Kleks w kosmosie”. Urządzenia te stanowiły wyposażenie Centrum Dowodzenia Siłami Kosmicznymi.



Rys.

Mikrokomputery Mazovia 1016 w Centrum Dowodzenia Siłami Kosmicznymi (kadr z filmu „Pan Kleks w kosmosie”)

Mazovia jako produkt przestała istnieć ze względu na prymitywne metody organizacji produkcji w polskich fabrykach. Brak automatyzacji, nowoczesnej organizacji zaopatrzenia, aparatury testowo-produkcyjnej i systemów kontroli jakości, a nawet profesjonalnej organizacji magazynów i ekspedycji wyrobów gotowych – to cechy polskich zakładów produkcyjnych, a raczej niezorganizowanych manufaktur. W efekcie w latach osiemdziesiątych wyprodukowano zaledwie kilka tysięcy sztuk pierwszej wersji Mazovii, a kolejne modele zaistniały tylko w pojedynczych egzemplarzach. Komputer był za drogi nie tylko na kieszeń przeciętnego polskiego naukowca czy amatora informatyki, ale nawet dla instytucji, na przykład szkół. Jak niosła fama, polskie komputery PC byłyby tanie wtedy, gdyby całe i zmontowane przyjeżdżały do nas z dalekiego wschodu już zapakowane w pudła z napisem Made in Poland i pod dodatkowym warunkiem, że zamówimy ich jednorazowo przynajmniej 10 000 szt. Z produkcją Mazovii wygrał import prywatny – szybszy, tańszy i różnorodny.

W 1990 roku koniec historii pierwszego polskiego – mówiąc żargonem – peceta zbiegł się w czasie z końcem romantycznej ery konstrukcji naszego własnego, antyimportowego krajowego sprzętu

elektronicznego, nie tylko komputerów. Reforma Balcerowicza i drastyczny spadek kursu dolara w stosunku do złotówki wywrócił rynek elektroniki do góry nogami. Wszystko co przywożone stało się tanie, a było lepsze. Na szczęście dla naszego samopoczucia, to samo traumatyczne przeżycie spotkało wkrótce wszystkich wielkich, za sprawą zalewu taniej produkcji dalekowschodnich tygrysów.

Na koniec przypomnijmy, że do roku 1968 używano określeń „maszyny matematyczne”, „automaty liczące”, a nauka zajmująca się nimi nie była nazwana. Termin „informatyka” jako nazwę tej dziedziny wiedzy zaproponował jako pierwszy w 1968 roku prof. Romuald Marczyński na konferencji w Zakopanem (uzasadniając to istnieniem już nazw *Informatik* w języku niemieckim i *informatique* w języku francuskim), jeden z twórców pierwszego polskiego komputera XYZ.

Bibliografia

- Bilski Eugeniusz, *Wrocławskie Zakłady elektroniczne ELWRO. Okres maszyn cyfrowych typu ODR*, nr „Informatyka”, 8–12/1989, s. 26–30.
- Borowiec Jan, Mazurkiewicz Antoni, Wierzbowski Jan, *Osiągnięcia Instytutu Maszyn Matematycznych w oprogramowaniu i zastosowaniach maszyn cyfrowych*, „Informatyka”, nr 3/1973, s. 8–11.
- Fielt Jerzy, *Problemy realizacji technicznej polskich komputerów do 1968 roku*, „Informatyka”, nr 8–12/1989, s. 6–9.
- Fielt W., Rosolski Eligiusz, *Działalność produkcyjna i udział Instytutu Maszyn Matematycznych w tworzeniu polskiego przemysłu sprzętu informatyki*, „Informatyka”, nr 3/1973, s. 19–24.
- Greniewski Marek J., *Kilka uwag o powołaniu Centrum Obliczeniowego PAN*. [w:] *40 lat informatyki w Polsce*, Materiały konferencji PTI, Warszawa 1988.
- Groszkowski Janusz, *Parę słów z okazji jubileuszu Instytutu Maszyn Matematycznych*, „Informatyka”, nr 3/1973, s. 1–5.
- Kiliński Antoni, *O osiągnięciach Instytutu Informatyki Politechniki Warszawskiej zastosowanych w praktyce*, „Informatyka”, nr 8–12/1989, s. 21–23.
- Knysz Józef, *Elektroniczne maszyny matematyczne*, [w:] *Rozwój techniki w PRL*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1965.
- Lewandowski Konrad T., *Termopile polskiej informatyki*, „Mówią Wieki”, nr 12/2002 (516), s. 44.
- Łukaszewicz Leon, *Informatyka polska powstała w PAN*, „Nauka”, nr 3/2003, s. 75–78.
- Tenże, *O początkach informatyki w Polsce*, [w:] *40 lat informatyki w Polsce...*
- Tenże, *Od Grupy Aparatów do Instytutu Maszyn Matematycznych*, „Informatyka”, nr 8–12/1989, s. 2–4 i 23.
- Tenże, Mazurkiewicz Antoni, *System automatycznego kodowania SAKO*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich–Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław–Warszawa–Kraków 1966.
- Madey Jan, Sysło Maciej M., *Początki Informatyki w Polsce*, „Informatyka”, nr 9/2000 i 10/2000.
- Majerski Stanisław, Marczyński Romuald, *Ewolucja struktur i architektury maszyn cyfrowych*, materiały na sesję naukową z okazji Roku Nauki polskiej i XV-lecia IMM, IMM, Warszawa 1973, s. 24.
- Majerski Stanisław, Mazurkiewicz Antoni, *XYZ – pierwsza polska elektronowa maszyna cyfrowa*, „Młody Technik”, nr 12, Warszawa 1958, str. 7–12.
- Marczyński Romuald, *Jak budowałem aparaty matematyczne w latach 1948–1950*, „Informatyka”, nr 8–12/1989, s. 16–19.
- Mazurkiewicz Antoni, *Jak się programowało XYZ czyli początki programowania w Polsce*, „Informatyka”, nr 8–12/1989, s. 10–12.
- Moszyński Krzysztof, *Moja praca w Biurze Obliczeń i Programów w Zakładzie Aparatów Matematycznych Polskiej Akademii Nauk* [w:] *40 lat informatyki w Polsce...*

- Nowak Eugeniusz, Sawicki Zygmunt, *Pamięci maszyn cyfrowych konstrukcja i technologia*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1972.
- Pawlak T., *Konstrukcje Instytutu Maszyn Matematycznych*, „Informatyka”, nr 3/1973, s. 11–18.

Wiele mało znanych szczegółów i informacji uzyskałem bezpośrednio od pana Romana Czajkowskiego, bezpośredniego uczestnika większości opisywanych wydarzeń.

O autorze:

[Wojciech Nowakowski:](#)

Profesor nadzwyczajny w Instytucie Maszyn Matematycznych w Warszawie. W latach 1967–1990 był pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, gdzie uzyskał stopień doktora. Od 1990 roku jest pracownikiem naukowym Instytutu Maszyn Matematycznych, gdzie kierował zespołem systemów pomiarowych sterowanych cyfrowo, a obecnie prowadzi prace związane z metodami szyfrowania transmisji cyfrowych. Jest autorem kilku książek oraz kilkudziesięciu artykułów naukowych i popularno-naukowych.

Wolna licencja – ten materiał został opublikowany na licencji [Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 3.0 Polska](#). (CC BY-SA 3.0)

Przeczytaj [pierwszą część artykułu](#)