



pod redakcją

Mariana Nogi
i Jerzego S. Nowaka

POLSKA INFORMATYKA: WIZJE I TRUDNE POCZĄTKI

70^{lecie}
POLSKIEJ
INFORMATYKI
1948-2018

pod redakcją

Mariana Nogi
i Jerzego S. Nowaka

POLSKA INFORMATYKA:

**WIZJE I TRUDNE
POCZĄTKI**

70 lecie
POLSKIEJ
INFORMATYKI

1948-2018

pod redakcją

—
Mariana Nogi
i Jerzego S. Nowaka

POLSKA INFORMATYKA: WIZJE I TRUDNE POCZĄTKI

POLSKIE TOWARZYSTWO INFORMATYCZNE

Warszawa 2017

Recenzja:

Prof. dr hab. Marek Greniewski

Koordynator projektu:

Bianka Piwowarczyk-Kowalewska

Korekta:

Bogusława Otfinowska

Projekt okładki:

Krzysztof Kanoniak

Skład i łamanie:

Michał Kośnik

Na okładce wykorzystano fotografie pochodzące ze zbiorów
Narodowego Archiwum Cyfrowego.

Copyright © by Polskie Towarzystwo Informatyczne, Warszawa 2017
Wszelkie prawa zastrzeżone.

Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie niniejszej książki
lub jej fragmentów bez pisemnej zgody wydawcy zabronione.
Treść książki stanowi prywatną opinię i stanowisko Autorów.

Produkcja

PRESSCOM Sp. z o.o.

ul. T. Kościuszki 29

50-011 Wrocław

tel. 71 797 28 08

faks 71 797 28 16

e-mail: wydawnictwo@presscom.pl

Wydawca

Polskie Towarzystwo Informatyczne

ul. Solec 38 lok. 103

00-394 Warszawa

tel: +48 22 838 47 05

fax: +48 22 636 89 87

e-mail: pti@pti.org.pl

ISBN 978-83-60810-86-6 – oprawa miękka

ISBN 978-83-60810-95-8 – oprawa twarda

ISBN 978-83-60810-87-3 – wersja elektroniczna

Spis treści

Słowo wstępne	7
1. Wrocławskie Zakłady Elektroniczne. Okres komputerów Odra 1300	11
■ Eugeniusz Bilski, Thanasis Kamburelis, Bronisław Piwowar	
2. Maszyna matematyczna – co to właściwie jest?	37
■ Marek Hołyński	
3. Własne konstrukcje, licencje, klony	55
■ Tomasz Kulisiewicz	
4. Rodzina maszyn K-202 / Mera-400 / MX-16	95
■ Andrzej Ziemkiewicz, Elżbieta Jezierska-Ziemkiewicz	
5. Historia rozwoju informatyki w hutnictwie żelaza i stali	115
■ Andrzej Goleń, Stanisław Gembalczyk, Andrzej Musioł	
6. Zakłady mechaniczno-Precyzyjne „Mera-Błonie” w Błoniu k. Warszawy (1953–2003)	171
■ Jerzy Bezpalko, Marek Bielobradek, Zygmunt Pasek	
7. Historia informatyki PZL Mielec 1960–2014	207
■ Włodzimierz Adamski	
8. Historia projektu „System Zarządzania Bazą Danych RODAN” (1974–1990) ...	251
■ Witold K. Staniszki	
9. Komputer Odra 1103	277
■ Jur Lesiński, Piotr Kociatkiewicz	

Słowo wstępne

Otwierając tom, przywołamy pierwsze zdania z artykułu dr. inż. Marka Hołyńskiego:

W czwartek, 23 grudnia 1948 r., w gmachu Fizyki Doświadczalnej przy ul. Hożej w Warszawie, z inicjatywy wybitnego topologa, profesora Uniwersytetu Warszawskiego, dyrektora świeżo organizowanego Państwowego Instytutu Matematycznego (PIM) Kazimierza Kuratowskiego spotkało się kilku przyszłych pionierów elektronicznych maszyn liczących. Byli to, oprócz inicjatora spotkania, prof. Andrzej Mostowski – matematyk zajmujący się głównie logiką matematyczną i algebrą, dr Henryk Greniewski – matematyk i logik oraz trzech młodzi inżynierowie po studiach na Politechnice Gdańskiej – Krystyn Bochenek, Leon Łukaszewicz i Romuald Marczyński, późniejsi profesorowie.

Profesor Kuratowski podzielił się z zebranymi swoimi wrażeniami z naukowego pobytu w USA. Był pod wrażeniem elektronicznych maszyn liczących, które widział za oceanem, i był przekonany, że chociaż jedna taka maszyna powinna być zbudowana w naszym kraju. W rezultacie tego spotkania zapadła decyzja powołania w ramach PIM Grupy Aparatów Matematycznych (GAM) w wyżej wymienionym składzie pod kierunkiem Henryka Greniewskiego.

Tak to się właśnie zaczęło – 23 grudnia 1948 r. uznajemy za początek historii polskiej informatyki. Potem było różnie. Z trudem zbudowano pierwszą elektroniczną maszynę cyfrową – bo tak je wtedy nazywano – XYZ. Zaczęto tworzyć ramy organizacyjne dla nowej dziedziny nauki i przemysłu – powstał Instytut Maszyn Matematycznych, niedługo później – Zjednoczenie Przemysłu Automatyki i Aparatury Pomiarowej MERA i liczne fabryki produkujące podzespoły, urządzenia peryferyjne i gotowe komputery. Polska została włączona do współpracy międzynarodowej, zarówno poprzez zakup licencji (Odra 1300, drukarki, pamięci dyskowe itp.), jak i podjęcie prac związanych z maszynami Jednolitego Systemu. Ukazały się liczne publikacje książkowe, w tym znakomite serie wydawnicze WNT i PWN – warto zauważyć, że w gronie autorów nie brakuje polskich specjalistów, w odróżnieniu od czasów obecnych. Społeczność informatyków dysponowała własnym miesięcznikiem popularnonaukowym „Informatyka” oraz licznymi biuletynami technicznymi („Zjednoczenie MERA”). W 1981 r. zawiązało się Polskie Towarzystwo Informatyczne. Od połowy lat 80. w kraju obserwowano zastosowania mikrokomputerów – polski przemysł próbował podjąć produkcję tych urządzeń, choć bez specjalnych sukcesów.

W 1989 r. przychodzi krach – polski przemysł komputerowy nie wytrzymuje zderzenia z gospodarką wolnorynkową, a w szczególności z napływem taniego, często używanego sprzętu komputerowego z zagranicy. Kadra – znakomicie wyszkolona w minionych latach – radzi sobie w tych warunkach, tworząc liczne firmy informatyczne – powstaje nowy przemysł informatyczny.

Konsekwencją tych wydarzeń jest likwidacja istniejących zakładów, rozproszenie kadr i bardzo często – zniszczenie archiwów. Zaczyna pojawiać się myśl o konieczności zachowania dorobku nauki i przemysłu komputerowego.

Pierwsze próby podejmuje PTI w 1988 r., organizując konferencję z okazji 40-lecia polskiej informatyki. Głos zabierają wtedy sami twórcy – byli jeszcze wśród nas. Dorobek konferencji publikuje w specjalnym wydaniu „Informatyka”¹. Ten zestaw artykułów staje się na wiele lat kanonem wiedzy o historii polskiej informatyki.

Życie pokazuje, że to za mało – pojawiło się zbyt wiele opinii niemających pokrycia w faktach, ale trudnych do obalenia z powodu braku dokumentów i relacji. W takiej sytuacji w ramach Polskiego Towarzystwa Informatycznego zawiązała się grupa dyskusyjna zajmująca się historią polskiej informatyki. Pierwsze prezentacje i komunikaty wskazywały na potrzebę kontynuowania prac – grupa została przekształcona w Sekcję Historyczną PTI. Rozpoczęło się poszukiwanie materiałów, odtwarzanie kontaktów itp. Dość szybko okazało się, że brak czasopisma popularnonaukowego był i jest wyraźną przeszkodą w informowaniu o dziejach polskiej informatyki. Uruchomiony portal historyczny stał się w tej sytuacji najbogatszym obecnie źródłem takiej wiedzy w kraju, tworząc za zgodą autorów i posiadaczy dokumentów cyfrowe archiwum historii informatyki polskiej. Warto też odnotować pierwszą publikację historyczną PTI z 2011 r. – *Wczoraj, dziś i jutro polskiej informatyki*.

W konsekwencji tych działań w 2016 r. PTI ogłosiło konkurs wydawniczy na opracowania z historii polskiej informatyki. Plonem konkursu jest kilkanaście artykułów omawiających historię instytucji i wybranych przedsięwzięć oraz dwie publikacje książkowe. Pewnym rozczarowaniem jest brak inicjatywy stworzenia całościowego opracowania historii polskiej informatyki – jak widać, brak materiałów utrudnia opracowanie takiej syntezy.

Nadesłane artykuły po recenzjach są drukowane w dwóch odrębnych tomach. Jeden tom poświęcony jest szeroko rozumianemu przemysłowi informatycznemu, drugi – wybranym aplikacjom i zastosowaniom informatyki. Wydawca przedstawia te publikacje jako początek obchodów 70. rocznicy polskiej informatyki przypadającej na grudzień 2018 r.

Otwierając niniejszy tom poświęcony głównie technicznemu aspektowi polskiej informatyki, Czytelnik ma szansę zapoznać się z następującymi relacjami:

- E. Bilski, T. Kamburelis i B. Piwowar przedstawiają osobistą relację z pracy w WZE Elwro; dość długo czekała ona na druk, ale mamy okazję zapoznać się z opiniami twórców pierwszych komputerów serii Odra 1300 i R-32. Do ich relacji dołączamy kopie porozumień zawartych z firmą ICL z lipca 1967 r. – po raz pierwszy w kraju.
- M. Hołyński kreśli zarys historii Instytutu Maszyn Matematycznych – jest to szczególnie zasłużona placówka funkcjonująca praktycznie od początków informatyki w Polsce.
- T. Kulisiewicz podjął się trudnego zadania, omawiając – po raz pierwszy w Polsce – zarys historii Jednolitego Systemu. Zdaniem redaktorów jest szansa, że wreszcie znikną tzw. legendy miejskie związane z tym tematem. Odwołanie się do szeregu sprawozdań dawnego Komitetu Nauki i Techniki pokazuje, że Polska była żywotnie zainteresowana podjęciem współpracy, licząc na duży eksport urządzeń komputerowych do krajów RWPG.

1 „Informatyka” 1989, nr 7–8.

- A. Ziemkiewicz i E. Jezierska-Ziemkiewicz w żywy i barwny sposób opisali koncepcje architektoniczne słynnego minikomputera K-202. Redaktorzy tomu są zdania, że pozwoli to wreszcie zamknąć wszelkie dyskusje na temat walorów technicznych tego komputera.
- Zespół autorski A. Goleń, S. Gembalczyk i A. Musioł prezentujący dawny CIBEH i Hutę im. Lenina przedstawił szeroki zarys informatyzacji polskiego hutnictwa żelaza i stali. Wraz z przedstawieniem historii rozwoju informatyki w hutnictwie autorzy pokazali złożoność tej branży w jej historycznym rozwoju, odwołując się również do czasów przedwojennych.
- Zespół autorski byłych pracowników Mera-Błonie (J. Bezpałko, M. Bielobradek, Z. Pasek) przygotował z kolei skrócony zarys historii Zakładów. W końcu lat 80. była to największa fabryka drukarek komputerowych w Europie i dziwi nieco fakt, że tak łatwo doprowadzono do jej likwidacji.
- W. Adamski podjął się trudnej roli omówienia dorobku projektowania inżynierskiego w budowie samolotów na przykładzie Zakładów PZL Mielec, kreśląc przy okazji zarys historii informatyki w tej firmie.
- W. Staniszkis opisuje dzieje powstania istotnej aplikacji komputerowej, czyli bazy danych RODAN – był to jedyny przypadek podjęcia się tak trudnego zadania w Polsce.
- Przegląd artykułów kończy krótki komunikat o nietypowym komputerze Odra 1103, będącym odpowiednikiem urządzeń Aritma DP-100 czy EW-80, czyli kalkulatora zamykającego cykl obliczeniowy maszyn licząco-perforacyjnych.

Czytelnikowi należy się jeszcze jedno wyjaśnienie – w omawianym okresie nazwy zakładów produkcyjnych ulegały dość częstym zmianom, co nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w treści artykułów. Poczyniona uwaga dotyczy także wielkości produkcji – Autorzy podają dane występujące w dostępnych materiałach. Na podstawie szeregu dokumentów ujawnionych w 2016 r. konieczne będzie zweryfikowanie tych danych.

Życzymy ciekawej lektury i zapraszamy do sięgnięcia po część drugą publikacji.

Redaktorzy

dr inż. Tomasz Kulisiewicz

Własne konstrukcje, licencje, klony

Spis treści

1. Scenariusze rozwoju produkcji informatycznej krajów RWPG na tle sytuacji politycznej i gospodarczej końca lat 60.	57
1.1. Tło polityczne i gospodarcze	57
1.2. COCOM i jego rola w informatyce krajów RWPG.....	61
1.3. Pole wyboru scenariusza i decyzja	62
2. Transpozycje, klony i konstrukcje własne	67
2.1. System Odra 1300.....	67
2.2. Minikomputery	71
3. Kilka aspektów drogi na skróty.....	80
3.1. Ochrona architektury i oprogramowania	80
3.2. RIAD a „sprawa polska”	82
4. Rola kopiowania architektur	86
4.1. Korzyści i koszty.....	86
4.2. Wybrane aspekty klonowania	89
Bibliografia	92

W opracowaniu omówiono aspekty kopiowania zachodnich architektur systemowych i sprzętowych, jakie miały miejsce w krajach Europy Środkowej i Wschodniej w końcu lat 60. i w latach 70. XX w. Rozważane są także szanse i możliwości porozumień z czołowymi producentami systemów informatycznych na tle ówczesnej sytuacji gospodarczej i politycznej wybranych krajów regionu oraz ich własnej produkcji informatycznej¹.

1 Autor dziękuje dr. hab. Markowi J. Greniewskiemu za cenne uwagi i uzupełnienia, wykraczające daleko poza zwyczajową recenzję opracowania. Niestety, ograniczenia objętościowe pracy nie pozwoliły na ich obszerniejsze przytoczenie. Wypada wyrazić nadzieję, że zostaną one przez ich autora rozwinięte w oddzielnym tekście.

1. Scenariusze rozwoju produkcji informatycznej krajów RWPG na tle sytuacji politycznej i gospodarczej końca lat 60.

1.1. Tło polityczne i gospodarcze

W końcu lat 60. XX w. sytuacja gospodarcza w świecie podzielonym na trzy obszary polityczne, cywilizacyjne i gospodarcze zaczęła kształtować się coraz mniej korzystnie dla krajów „realnego socjalizmu”.

Po wielkich stratach wojennych kraje Europy Środkowej i Wschodniej przez okres lat 50. odbudowywały gospodarkę we własnym zakresie, pozostając poza zasięgiem pomocy gospodarczej, jaką dla Europy Zachodniej był Plan Marshalla². Autarkia wynikająca z sytuacji geopolitycznej utrwałała doktrynę głoszącą konieczność forsownej rozbudowy przemysłu ciężkiego, który miał być podstawą do wzmacniania potencjału zbrojnego. Tymczasem w czołowych gospodarkach świata zachodniego pojawiły się wtedy tendencje do zmiany struktury gospodarki – z XIX-wiecznego modelu „węgla i stali” na model, w którym szybko rósł udział przemysłu motoryzacyjnego, lotniczego, okrętowego, elektromechanicznego i elektronicznego. Złożoność produkcji w tych branżach (liczba części, operacji produkcyjnych, kooperantów), a także rozwój usług, w tym finansowych, zasadniczo zwiększały rolę informacji i jej sprawnego przetwarzania w gospodarce.

Kraje Trzeciego Świata, w tym takie, które dysponowały bogatymi zasobami surowcowymi i demograficznymi, przeżywały natomiast właśnie erę dekolonizacji, budując państwa i gospodarki w złożonych warunkach etnicznych (np. Indie, Indonezja) i pozostawały na uboczu światowych tendencji gospodarczych, podobnie jak największe kraje Ameryki Łacińskiej (m.in. Argentyna, Brazylia, Chile, Meksyk).

W krajach socjalistycznych przetwarzanie informacji było kluczowym elementem modelu Centralnego Planisty, zaś komputery i informatyka wydawały się nieocenionym narzędziem³. Manuel Castells pisze, że w tamtych latach w Gosplanie (Państwowym Komitecie Planowania ZSRR) „[...] każdego roku centralnie wyznaczane były «ceny» ok. 200 tys.

2 W ramach Planu Marshalla kraje Europy Zachodniej oraz Turcja otrzymały w latach 1948–1951 pomoc o łącznej wartości ponad 12,7 mld USD. Spośród krajów naszego regionu chęć przyjęcia pomocy w ramach planu wyrażały początkowo Czechosłowacja i Polska, ale musiały wycofać się pod naciskiem Stalina. Reszta krajów wschodnich od razu odrzuciła plan. Jugosławia, po jej wykluczeniu z Kominformu w 1948 r. i ochłodzeniu stosunków z pozostałymi krajami regionu, otrzymała niewielką pomoc finansową w ramach oddzielnego programu.

3 Świadczy o tym np. entuzjastyczne podejście do przyszłych zastosowań informatyki widoczne m.in. w artykule *Maszyna licząca a rynek* znanego polskiego ekonomisty Oskara Langego, jednego z głównych teoretyków modelu Centralnego Planisty, który w 1965 r. pisał: „Dajmy układ równań równoczesnych komputerowi do rozwiązania i wyniki otrzymamy w niecałą sekundę. [...] Może być interesujące porównanie relatywnych walorów rynku i komputera dla gospodarki socjalistycznej. Komputer ma tę niewątpliwą wyższość, że jest szybszy. Rynek natomiast jest nieporęcznym i powoli pracującym serwomechanizmem. [...] Z tego punktu widzenia wyższość komputera jest nie do zakwestionowania. Pracuje on z ogromną szybkością, nie wytwarza fluktuacji w rzeczywistych procesach gospodarczych, a sama budowa komputera gwarantuje zbieżność iteracji” (M. Jodko, *Langego wizja gospodarki socjalistycznej*, „Rocznik Naukowy GWSH Studia Gdańskie” 2007, s. 106–115).

produktów. Nic dziwnego, że radziecka teoria programowania liniowego należała do najbardziej wyrafinowanych na świecie⁴. Jednak niski poziom innowacyjności gospodarki i kultury pracy, dekady zapóźnienia cywilizacyjnego i nasilanie się objawów tzw. gospodarki niedoboru powodowały, że Centralny Planista nie mógł zapewnić komputerów do realizacji swojego modelu, choć – jak wskazuje cytowana wypowiedź Oskara Langego – zdawał sobie sprawę z potencjału informatyki. Wymownym przykładem były opóźnienia w dostawach komputerów nawet dla tak ważnych przedsiębiorstw, jak Zakłady Radiowe im. Kasprzaka czy Zakłady Wytwórcze Lamp Elektrycznych i Rzęciowych im. Róży Luksemburg, które – przygotowane organizacyjnie – czekały na ich dostawę dwa lata⁵.

W głównym układzie geopolitycznym trwała wtedy rywalizacja USA i ZSRR w opracowaniu systemów raketowych, stanowiąca ważny element ich programów zbrojeniowych. Dwa mocarstwa rozpoczęły też „wyścig na Księżyc” – lądowanie na Księżycu uważane było za ważne nie tylko dla rozwoju techniki raketowej, ale także z powodów propagandowo-ideologicznych. Po początkowych sukcesach ZSRR, jakimi były Sputnik 1 (1957 r.), sondy księżycowe Łuna 1 i 2 (1959 r.), lot Gagarina (1961 r.) i pierwszy lot wieloosobowy Woschoda 1 (1964 r.), przyszła seria niepowodzeń – katastrofa rakiety R-16 na platformie startowej w Bajkonurze w 1960 r. (w której zginęły 92 osoby, w tym marszałek M. Niedielin kierujący programem R-16), kolejne awarie statków bezałogowych w 1966 r., katastrofa Sojuza 1 w 1967 r., w której zginął kosmonauta W. Komarow. ZSRR przegrywał też wyścig na Księżyc – w grudniu 1968 r. Borman, Lovell i Anders w Apollo 8 wykonali 10 okrążeń wokół Srebrnego Globu. Choć do połowy 1969 r. Rosjanie nie dawali za wygraną, dwie kolejne awarie raket nośnych w lutym 1969 r. (druga zniszczyła jedną z platform startowych) zadecydowały o przegranej⁶.

Do wsparcia programów budowy systemów raketowych i powiązanych z nimi programów kosmicznych nie wystarczały systemy komputerowe produkowane w niewielkiej liczbie w latach 50. Potrzeby głównych biur konstrukcyjnych można było zaspokoić kilkunastoma komputerami, ale stopień wymaganej niezawodności raket, systemów sterowania, naprowadzania i monitoringu, a także konieczność zwiększenia sprawności pracy projektantów i technologów oraz złożoność produkcji urządzeń składających się z setek tysięcy części wymagały sprawnego przetwarzania danych już nie tylko w kilku tajnych biurach projektowych, ale także w tysiącach kooperujących przedsiębiorstwach produkcyjnych. Tymczasem zarówno w sferze produkcji sprzętu informatycznego, jak i w zastosowaniach informatyki od końca lat 60. w gospodarce narastało zapóźnienie techniczne i technologiczne krajów Europy Środkowej i Wschodniej (zob. tabela 1).

4 M. Castells, *Koniec tysiąclecia*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 2009.

5 E. Zadrzyński, *Elektroniczne maszyny cyfrowe – niezbędne narzędzie zarządzania*, 1966, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=536.

6 Jeszcze w trakcie pionierskiej misji Apollo 11 w lipcu 1969 r. Rosjanie próbowali osadzić na Księżycu bezałogowy lądownik Łuna 15, który miał wrócić na Ziemię z próbkami gruntu, jednak rozbił się on o powierzchnię Księżycy 21 lipca 1969, dzień po udanym lądowaniu amerykańskich astronautów Armstronga i Aldrina.

Tabela 1. Średnie opóźnienie techniczne między generacjami komputerów USA a ZSRR

Rok rozpoczęcia produkcji	Komputery pierwszej generacji	Komputery drugiej generacji	Komputery trzeciej generacji
USA	1946	1957	1965
ZSRR	1952	1961	1972
opóźnienie	6 lat	4 lata	7 lat

Źródło: Office of Technology Assesment, Congress of United States, Technology and East-West Trade, listopad 1979, <http://ota.fas.org/reports/7918.pdf> [dostęp: 10.05.2015].

W tamtych latach komputery przestały być jednostkowymi urządzeniami wytwarzanymi na potrzeby programów naukowych, nuklearnych i kosmicznych; zaczynało się ich wytwarzanie seryjne – jako środków produkcji. Zastosowania informatyki wykraczają bowiem poza sferę naukową oraz statystyki publicznej, ogarniając wspomaganie produkcji, zarządzanie, finanse i inne dziedziny, których dziś nie sposób sobie wyobrazić bez zaawansowanych technik informacyjnych. W miarę przechodzenia z generacji pierwszej (lampowej) i drugiej (dyskretne elementy półprzewodnikowe) na generację trzecią (układy scalone) i towarzyszącej mu zmiany z ręcznego wytwarzania pojedynczych egzemplarzy na przemysłową produkcję seryjną opóźnienie bloku wschodniego – trochę zmniejszone w czasach drugiej generacji – zaczęło z powrotem narastać (zob. tabela 2).

Tabela 2. Szacowane opóźnienia porównywalnych systemów komputerowych w latach 50.–70.

Komputer USA	Odpowiednik RWPG	Rok premiery odpowiednika	Szacowane opóźnienie techniczne
IBM 650	Ural 1	1955	1 rok
IBM 702	Ural 4	1962	7 lat
IBM 1620	Nairi I	1964	4 lata
IBM 7094	BESM-6	1966	4 lata
IBM S/360	JS EMC	1972–1973	6–8 lat

Źródło: Office of Technology Assesment, Congress of United States, Technology and East-West Trade, listopad 1979, <http://ota.fas.org/reports/7918.pdf> [dostęp: 10.05.2015].

W ówczesnych warunkach politycznych i gospodarczych rozwoju informatyki w naszym regionie Europy – przede wszystkim zastosowań gospodarczych – nie można było oprzeć na imporcie z krajów rozwiniętych (obok USA seryjną produkcję komputerów rozwijały od lat 60. Japonia, Francja, Niemcy i Wielka Brytania, a minikomputerów – także kraje skandynawskie, Holandia i Włochy). Bardzo silną barierę stanowiła zachodnia kontrola eksportu produktów informatycznych, jako środków mogących mieć zastosowanie militarne. Realizowana była ona m.in. przez organ o nazwie COCOM (zob. podrozdział 1.2). Procedury uzyskania zezwoleń eksportowych z krajów zachodnich były skomplikowane i długotrwałe – nawet jeśli były wspierane przez międzynarodowe organizacje (np. UNDP – agendę ONZ ds. rozwoju – czy ILO – Międzynarodowe Biuro Pracy), które gwarantowały, że systemy nie zostaną wykorzystane do produkcji broni czy innych działań przeciwko krajom zachodnim. Wystąpienia o zezwolenia poszczególnych krajów podlegały dodatkowym kontrolom własnym ze strony organów RWPG i Układu Warszawskiego.

Równie wysoką barierą była niewymienialność walut krajów RWPG. Wobec niedoboru walut procedury występowania o ich przydział były niemal równie trudne do realizacji jak uzyskanie zezwolenia eksporterów. Można było importować pojedyncze maszyny – np. system NCR 315 dla NBP, brytyjskie maszyny ICT 1300⁷ dla Zakładu Przetwarzania Danych CODKK⁸ oraz Elliott 803 dla Instytutu Matematycznego Uniwersytetu Wrocławskiego, duński GIER Regnecentralen dla Zakładu Obliczeń Numerycznych Uniwersytetu Warszawskiego w Warszawie, IBM-1440 dla ośrodka obliczeniowego ZOWAR w Warszawie, CDC 1700 i 3170 dla górnictwa i energetyki.

W takiej sytuacji coraz ważniejsze było opracowanie i wdrożenie do produkcji systemu komputerów mogących zaspokoić nie tylko potrzeby obliczeń numerycznych nauki i obronności, ale także nakazowo-rozdzielczego modelu gospodarki. W jego realizacji, w połowie lat 60., ważne były już nie tylko potrzeby Centralnego Planisty (uosabianego przez kierownictwo partii i rządu) oraz wyższych szczebli zarządzania gospodarką (zjednoczenia), ale także bezpośrednie potrzeby przedsiębiorstw. Na ich szczeblu ważna była zarówno sprawozdawczość do zjednoczeń oraz wykonywanie zwyczajowych obliczeń (lista płac, gospodarka magazynowa i materiałowa), jak i wspieranie zarządzania przedsiębiorstwem⁹, w tym dezagregacja wskaźników dyrektywnych na poszczególne jednostki produkcyjne. Wsparcie informatyczne było potrzebne przedsiębiorstwom także w tzw. grze z centrum – choć z oczywistych względów specjalnie tego nie podkreślały. Polega ona na takim manewrowaniu produkcją i sprawozdawczością, aby formalnie realizować centralne plany i wskaźniki, jednocześnie zachowując ukryte rezerwy na wypadek – częstych w gospodarce niedoboru – braków podzespołów i surowców, przerw w dostawach energii i innych przeszkód oraz równie częstej chęci „podkręcenia” planów przez centrum. Innym elementem gry z centrum były targi o wysokość planów i wskaźników, do czego także przydawało się wsparcie obliczeniowe¹⁰.

Choć oficjalnie kontynuowany był – przynajmniej propagandowo – „dalszy dynamiczny rozwój”, to jednak nie tylko ci specjaliści z różnych dziedzin, którzy mieli w tamtych latach kontakty z krajami rozwiniętymi, ale także członkowie ścisłego kierownictwa politycznego zdawali sobie sprawę z rosnącego dystansu gospodarczego i cywilizacyjnego krajów RWPG. Brak dewiz i ograniczenia COCOM-u (o czym dalej) wykluczały oparcie intensywnego rozwoju zastosowań informatyki na masowym imporcie zachodnich systemów komputerowych. W drugiej połowie 1967 r. po kilku latach analiz prowadzonych

7 M. Greniewski, *Komputery Odra-1300*, [w:] *Strategie informatyzacji*, red. Z. Szyjewski, J.S. Nowak, J.K. Grabara, Katowice, PTI 2006.

8 Centralny Ośrodek Doskonalenia Kadr Kierowniczych – instytucja utworzona w latach 1959–1960, zob. http://www.ekologiasztuka.pl/pdf/sf2_doskonalenie_kadr_kierowniczych.pdf [dostęp: 3.11.2015].

9 Dwie dekady później systemy realizujące takie funkcje nazwano ERP/ERM – *Enterprise Resource Planning / Enterprise Resource Management*.

10 Zjawisko gry z centrum – opisywane m.in. przez znanego węgierskiego ekonomistę Jánoša Kornaiego – występuje nie tylko w gospodarce nakazowo-rozdzielczej, ale także w strukturach hierarchicznych gospodarki rynkowej, w których gra z centrum prowadzona jest przez pionierzy czy jednostki biznesowe korporacji. Zarząd korporacji narzuca wskaźniki poszczególnym jednostkom, a one starają się z własnego punktu widzenia optymalizować warunki ich realizacji. Zob. J. Kornai, *Niedobór w gospodarce*, Warszawa, PWE 1985.

przez komitet ds. techniki obliczeniowej radzieckiej Akademii Nauk ówczesne kierownictwo ZSRR podjęło decyzję¹¹ o przygotowaniu produkcji tzw. Jednolitego Systemu Maszyn Cyfrowych (JS EMC – w wersji rosyjskojęzycznej EC EVM – zob. przypis 47). Teoretycznie decyzja dotycząca produkcji zunifikowanego typoszeregu maszyn była słuszna – wspólna produkcja z podziałem prac między kraje RWPG była technicznie i organizacyjnie możliwa, zaś unifikacja podzespołów, urządzeń oraz oprogramowania pozwoliłaby na obniżenie kosztów projektowania oraz przyspieszenie uruchomienia produkcji sprzętu i oprogramowania. Wobec wspomnianego braku możliwości masowego importu gotowych systemów zachodnich do wyboru były następujące scenariusze:

1. zaprojektowanie i wdrożenie do produkcji nowej architektury systemowej; podwarianiem tego scenariusza byłoby oparcie jej na nowoczesnych komponentach importowanych z Zachodu;
2. wspólna produkcja któregoś z systemów wytwarzanych już seryjnie w krajach bloku wschodniego z jego ewentualną rozbudową wspólnymi siłami;
3. zakup licencji od producenta z któregoś z krajów rozwiniętych;
4. „bezumowne” skopiowanie istniejącej zachodniej architektury systemowej.

Scenariusz pierwszy, nawet bez założenia importu podzespołów, został jednak odrzucony. Prawdopodobnie kierownictwo polityczne ZSRR obawiało się, że proces projektowania i wdrażania do produkcji zupełnie nowego systemu będzie zbyt długotrwały, choć wszystkie kraje dysponowały kadrą naukową, która była w stanie zaprojektować nową architekturę.

1.2. COCOM i jego rola w informatyce krajów RWPG

W 1949 r. pod egidą USA powstał COCOM (ang. Coordinating Committee for Multilateral Export Controls – Komitet Koordynacyjny Wielostronnej Kontroli Eksportu). Pierwszymi członkami były Belgia, Francja, Holandia, Luksemburg, USA, Wielka Brytania i Włochy. Potem ich liczba wzrosła do 17, doszło też 6 krajów współpracujących¹². Celem była kontrola eksportu nie tylko broni, ale też produktów i technologii mogących mieć zastosowania militarne, w tym także komputerów, ich podzespołów, oprogramowania, urządzeń transmisji danych itp., do ZSRR i innych krajów, przede wszystkim członków Układu Warszawskiego (niejawna lista krajów była zmieniana w zależności od sytuacji politycznej). COCOM definiował trzy listy ograniczeń eksportu – Międzynarodową Listę Amunicji (IML), Międzynarodową Listę Energii Atomowej (IAEL) oraz Międzynarodową Listę Przemysłową (IL – zawierała produkty, usługi i technologie podwójnego przeznaczenia). Decyzje dotyczące udzielania licencji i zezwoleń eksportowych, zmiany list produktów

11 Przyjęła ona formę uchwał Komitetu Centralnego KPZR (Komunistycznej Partii Związku Radzieckiego) oraz Rady Ministrów ZSRR „o dalszym rozwoju techniki obliczeniowej”.

12 Do siódemki pierwszych członków dołączyły kolejno Dania, Kanada, Norwegia, RFN, Portugalia, Japonia, Grecja, Turcja, Hiszpania i Australia. Krajami współpracującymi były Austria, Finlandia, Hongkong, Irlandia, Nowa Zelandia, Szwecja i Szwajcaria. Siedziba COCOM-u znajdowała się przy ambasadzie USA w Paryżu, zob. R. Cupitt, S. Grillot, *COCOM Is Dead, Long Live COCOM: Persistence and Change in Multilateral Security Institutions*, lipiec 1997, <http://sites.miis.edu/exportcontrols/files/2009/02/cupittgrillot.pdf> [dostęp: 11.02.2015].

oraz krajów objętych restrykcjami w zasadzie wymagały jednomyślności członków, choć w praktyce kraj o najostrożniejszych ograniczeniach (zwykle USA) miał prawo weta. Zawartość list oraz skłonność do udzielania zezwoleń odzwierciedlały aktualny stan stosunków politycznych między USA i ZSRR, np. w latach odprężenia, a potem kryzysu i rozpadu RWPG oraz Układu Warszawskiego (1986–1994) liczba produktów na liście II (przemysłowej) spadła ze 129 do 78¹³. Charakterystycznym przykładem ograniczeń był przypadek minikomputera ND-505 norweskiej firmy Norsk Data. W ramach serii 32-bitowych komputerów ND-500 (produkowanych od 1981 r. i z racji dużo wyższej wydajności od minikomputerów 16-bitowych należących do grupy tzw. supermini) w 1987 r. powstał model ND-505. Od serii ND-500 różnił się odpowiednio zablokowanymi ścieżkami na płycie głównej, by jako komputer 28-bitowy mógł być eksportowany do krajów Europy Środkowo-Wschodniej¹⁴. Zakaz eksportu dotyczył bowiem wtedy systemów 32-bitowych.

Oficjalne listy COCOM-u opisujące parametry urządzeń i technologii oraz dotyczące ich ograniczenia obowiązywały formalnie aż do 1994 r., mimo że od końca lat 80. były już masowo obchodzone przez pośredników z krajów nienależących do COCOM-u, a od 1991 r. nie istniał Układ Warszawski. COCOM został formalnie rozwiązany dopiero 31 marca 1994 r., a w 1995 r. zastąpiło go Porozumienie z Wassenaar, którego członkiem od września 1995 r. jest także Polska.

1.3. Pole wyboru scenariusza i decyzja

Losy projektu K-202 omawianego w podrozdziale 2.2. pokazują, że import komponentów nie mógł być podstawą do masowej produkcji własnej – zarówno z powodu braku dewiz, jak i z uwagi na ograniczenia COCOM-u. Możliwe były pojedyncze porozumienia licencyjne, czego dowodziły m.in. czeska licencja Bull-GE, licencja udzielona Węgrom przez francuskie zakłady CII na komputer CII 10010 oraz Rumunii na system IRIS-50, licencja Honeywella dla Jugosławii, polskie porozumienie z ICT/ICL, a także licencje na poszczególne urządzenia peryferyjne. Uzyskanie przez kraje Układu Warszawskiego licencji na produkcję całego typoszeregu komputerów od któregoś z wielkich producentów USA, Niemiec, Francji, Wielkiej Brytanii czy Japonii było jednak tak mało prawdopodobne, że tego wariantu podobno nawet nie spróbowano¹⁵.

Teoretycznie możliwy był wspólny rozwój produkowanego już systemu (scenariusz drugi). Spośród komputerów ZSRR w grę mogłyby wchodzić np. BESM, Mińsk, Nairi, Razdan lub Ural, jednak żaden z nich nie był gotowy do szybkiego rozwinięcia w serię

13 Tamże.

14 <http://www.computer-archiv.de/>.

15 Dopiero w latach 1975–1976 rozpoczęły się rozmowy Ministerstwa Przemysłu Radioelektronicznego ZSRR i moskiewskiego centrum badawczo-rozwojowego NICEVT z przedstawicielami IBM. Koncern był wtedy zainteresowany współpracą, jednak przez dłuższy czas nie mógł uzyskać zgody administracji amerykańskiej. Rozmowy ciągnęły się aż do 1979 r. i zostały ostatecznie przerwane po interwencji wojsk radzieckich w Afganistanie, zob. V.V. Przhijalkovskiy, *Istoricheskij obzor semejstwa JS EVM*, 2011, http://www.computer-museum.ru/histuss/es_hist.htm [dostęp: 18.12.2012].

nowoczesnych maszyn o różnych wielkościach i zastosowaniach, nie tylko naukowych i militarnych, ale także gospodarczych i przemysłowych, choć niektóre były już produkowane seryjnie. Produkcja komputera Striela ruszyła już w 1953 r., w 1960 r. rozpoczęto seryjną produkcję Razdana (w Armenii), Dniepra (na Ukrainie), Mińska (na Białorusi), a w latach 1966–1968 – komputera BESM-6 (w Moskwie). Wolumeny produkcji nie przekraczały jednak stu sztuk, więcej było tylko komputerów BESM-6 – przez 19 lat powstało tylko 355 egzemplarzy¹⁶. Problemem była również przestarzała realizacja sprzętowa – były to komputery pierwszej i drugiej (Mińsk M-20) generacji. Nie miały one rozbudowanego oprogramowania użytkowego, gdyż były wykorzystywane do niszowych zastosowań naukowych, z których część była ściśle tajna (program nuklearny i kosmiczny).

Według wspomnień uczestników tamtego okresu¹⁷ kilku radzieckich akademików sugerowało wybór jako podstawy systemu BESM, jednak grupa ta straciła wiodącą rolę w powstałej wtedy Międzyrządowej Komisji RWPG ds. Elektronicznej Techniki Obliczeniowej. Konkurencyjny zespół skupiony wokół B.I. Ramiejewa, głównego konstruktora maszyn Ural (a potem Mińsk), który intensywnie analizował kilka konstrukcji zachodnich (m.in. RCA Spectra-70, Siemens 4004), wystąpił z koncepcją licencjonowania ICL System 4¹⁸. Okazało się to jednak niemożliwe, zresztą grupa Ramiejewa także straciła wpływy.

Teoretycznie można było wybrać któryś z systemów produkowanych w innych krajach RWPG. Współpraca produkcyjna w ramach RWPG była łatwiejsza niż z Zachodem, gdyż w tym przypadku formalnie nie było bariery finansowej, wynikającej z braku tzw. twardych dewiz. Jednak z powodów polityczno-prestizżowych trudno było sobie wyobrazić, by kierownictwo RWPG miało wybrać do wspólnego rozwijania któryś z systemów „krajów satelickich”. W krajach tych nie było zresztą w tym okresie zbyt wielkiego wyboru – w pierwszej połowie lat 60. niemal wszystkie komputery z Bułgarii, Czechosłowacji, NRD, Polski, Rumunii oraz Węgier były konstrukcjami o charakterze prototypowym lub produkowano je w małych ilościach. Naprawdę seryjna produkcja rozwinęła się dopiero na przełomie lat 60. i 70.

W Bułgarii do rozpoczęcia wytwarzania maszyn należących do JS EMC brakowało produkcji seryjnej. Rezultatem prac prowadzonych w instytutach badawczych było skonstruowanie w 1963 r. lampowego komputera Vitosha. W 1968 r. podpisano z japońską firmą Facom porozumienie licencyjne na produkcję komputera Fujitsu-Fanuc, który jednak był procesorem dla obrabiarek sterowanych numerycznie, zrealizowanym na tranzystorowych elementach dyskretnych¹⁹.

W Rumunii, w latach 1955–1968, w instytutach naukowych powstawały kolejne wersje komputerów CIFA i CET (Instytut Fizyki Nuklearnej w Bukareszcie), MECIPT (Politechnika w Timișoarze) oraz DACICC (Instytut Informatyki w Kluż-Napoka), ale były

16 A. Jerszow, *Rozwój komputeryzacji w ZSRR*, „Informatyka” 1975, nr 3, s. 1.

17 P. Németh, *Pótlapok az SZKI történetéhez*, lipiec 2005, http://users.atw.hu/szki/bemutatkozaz/szki/nemeth_pal.pdf [dostęp: 18.08.2012].

18 Levin V.K., *Oчерк остановки Edinnoj sistemy EVM*, http://www.computer-museum.ru/histussr/es_levin.htm [dostęp: 24.02.2004].

19 K. Boyanov, *Bulgarian Computing Industry, a Brief History*, Segedyn NJSZT, 2014.

to pojedyncze egzemplarze. Po odmowie prezydenta Nicolae Ceaușescu dotyczącej udziału wojsk rumuńskich w operacji „Dunaj” (inwazji na Czechosłowację w sierpniu 1968 r.) stosunki polityczno-gospodarcze ZSRR z Rumunią uległy takiemu ochłodzeniu, że Rumunia nie została włączona do programu JS EMC. Dopiero w 1972 r. rozpoczęła seryjną produkcję maszyn FELIX na francuskiej licencji komputerów IRIS firmy CII²⁰.

W Czechosłowacji w połowie lat 60. przygotowywano produkcję maszyny ZPA-600 (Epos-2) zaprojektowanej przez VÚMS (Výzkumný Ústav Matematických Stroju – Instytut Maszyn Matematycznych) jako kontynuacja rozwoju pionierskiego komputera SAPO, stworzonego w latach 1947–1950, oraz systemu Epos-1²¹. Rozpoczęcie produkcji seryjnej w zakładach automatyki przemysłowej VHJ Závody Průmyslové Automatizace w Čakovicach (już jako ZPA-601) opóźniło się jednak z powodów politycznych i kadrowych. W 1964 r. na Zachód wyemigrował bowiem prof. Antonin Svoboda, światowej sławy pionier czechosłowackiej informatyki, co pociągnęło za sobą odsunięcie od projektów wszystkich jego współpracowników (część z nich także opuściła kraj). W 1966 r. rozpoczęto rozmowy z francuską firmą Bull-General Electric na temat licencji na produkcję nowoczesnych systemów Gamma 140/145 kompatybilnych z IBM S/360. Umowę podpisano w 1967 r., a produkcję komputerów nazwanych TESLA 200 (a w późniejszej wersji TESLA 370) rozpoczęto w VHJ Tesla Pardubice w 1969 r.²² Jednak prawdopodobieństwo przyjęcia licencyjnych komputerów produkowanych w Czechosłowacji za podstawę typoszerogu zmalało właściwie do zera po objęciu władzy w CSRS w styczniu 1968 r. przez ekipę Aleksandra Dubčeka, która rozpoczęła proces reform gospodarczych obserwowanych bardzo nieufnie przez Moskwę (zob. przypis 26).

W NRD, w zakładach optycznych Carl Zeiss Jena, w latach 50. powstało kilkanaście specjalizowanych systemów na potrzeby obliczeń optyki, m.in. OPREMA – Optische Rechenmaschine, a potem maszyna ZRA1, której wyprodukowano 31 sztuk. W 1968 r. w VEB Elektronische Rechenmaschinen (ELREMA) w Karl-Marx-Stadt²³ zaczęto pro-

20 Po wizycie generała de Gaulle’a w Rumunii w maju 1968 r. Francja podpisała z Rumunią porozumienie licencyjne dotyczące produkcji komputerów firmy CII (zob. przypis 67), a także wyposażenia zakładów produkcji układów scalonych oraz płytek drukowanych. Produkcję komputera FELIX C-256 (na podstawie maszyny CII IRIS-50) rozpoczęto w 1970 r. Łącznie powstało ok. 160 systemów FELIX C-256. W 1972 r. w ramach rozwoju licencji rozpoczęto produkcję własnej konstrukcji mniejszych komputerów serii FELIX (C-32 i C-64), a od 1975 r. – dwóch największych systemów: FELIX C-512 i C-1024 (oznaczenia modeli dotyczyły maksymalnej wielkości pamięci operacyjnej w KB). Największe systemy pracowały pod kontrolą systemu operacyjnego Helios opracowanego już w Rumunii. Łącznie w latach 1970–1990 wyprodukowano ok. 650 systemów serii FELIX, z czego 11 wyeksportowano do ChRL (V. Baltac, H. Gligor, *Some Key Aspects in the History of Computing in Romania*, <http://www.cepis.org/media/SomeKeyAspectsintheHistoryofComputersinRomaniafinalversion1.pdf> [dostęp: sierpień 2014]). CII produkowało też wersje wojskowe komputerów Iris (seria Iris M), które były wykorzystywane m.in. przez francuską marynarkę wojenną, np. maszyny CII Iris 35M i 55M sterowały reaktorami francuskich atomowych okrętów podwodnych klasy Redoutable. Z oczywistych względów Francuzi nie kontynuowali współpracy z Rumunią i Węgarami (zob. przypis 68) w tym obszarze.

21 J. Vlček, *Informatyka w Czechosłowacji*, [w:] A.T. Bielewcew, J. Dańda, I. Malerczyk-Dańda, T. Pongrácz, J. Vlček, *Informatyka w krajach RWPg*, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1977, s. 239–245.

22 Tamże, s. 247.

23 1 czerwca 1990 r. miasto wróciło do historycznej nazwy Chemnitz.

dukować mały komputer R100, będący rozwinięciem maszyn księgowo-analitycznych. W 1969 r. VEB Rafena w Radebergu rozpoczęła produkcję dużych komputerów drugiej generacji R300²⁴. Do 1971 r. wyprodukowano około 350 sztuk R300 z oprogramowaniem tworzonym głównie przez Institut für Datenverarbeitung. W 1969 r. rozpoczęto też budowę dreźnieńskich zakładów kombinatu VEB Robotron, w skład którego weszły m.in. fabryki ELREMA, Rafena i Büromaschinenwerk Sömmerda. Jednak pierwszy wytwarzany tam seryjnie komputer, Robotron 21, który można traktować jako model przejściowy między R300 a należącym do JS EMC komputerem EC-1040, pojawił się dopiero w 1971 r.

Na Węgrzech, w latach 1964–1968, w zakładach elektronicznych EMG opracowano i wyprodukowano 15 sztuk komputera EMG-830 drugiej generacji. W 1968 r. pokazano produkcyjną wersję dużo nowocześniejszej maszyny TPA skonstruowanej w Instytucie Doświadczalnym Fizyki Węgierskiej Akademii Nauk (KFKI) jako „klon” amerykańskiego komputera PDP-8 firmy Digital Equipment Corporation (zob. podrozdział 2.2). Jednak maszyny TPA – mimo szybkiego rozpoczęcia produkcji i zaawansowanej konstrukcji – nie mogły stanowić podstawy zunifikowanego systemu dużych maszyn. Były to bowiem minikomputery przeznaczone do obliczeń naukowo-technicznych i sterowania procesami (jak ich pierwowzór PDP). Podobnie było z produkowanym na Węgrzech od 1969 r. komputerem CII 10010 na licencji francuskiej CII, oznaczonym R-10 i formalnie włączonym do JS EMC. W początkowych założeniach typoszeregu JS EMC nie było komputera do sterowania procesami, choć istniały liczne potrzeby – instalacje chemiczne, energetyka, nie mówiąc już o zastosowaniach militarnych i nuklearnych. Obok względów praktycznych – oba minikomputery nie mogły stanowić podstawy systemu maszyn ogólnego zastosowania – pewną rolę mogło także odgrywać ograniczone zaufanie kierownictwa ZSRR – mimo deklarowanej wierności węgierskiej ekipy politycznej pamiętano jeszcze „zbrojną kontrrewolucję” 1956 r. Na dodatek kierownictwo WSPR²⁵ eksperymentowało w tym okresie z reformą gospodarczą różniącą się mocno od lansowanej w ZSRR reformy Kosygina i zbliżoną raczej do „heretyckich” reform Oty Šika²⁶ w Czechosłowacji.

W ilościach „półseryjnych” wytwarzana była polska Odra 1204 – w roku 1968 wyprodukowano 21 egzemplarzy. Trwały też przygotowania do produkcji modelu 1304 bazującego na porozumieniu z ICT/ICL. Jednak przyjęcie jako wspólnego projektu systemu Odra 1300 było niemal wykluczone, m.in. także z racji przewidywanego zastosowania nowego systemu przez radziecki kompleks militarny.

Nie dość więc, że wybór systemów był w latach 1968–1970 niewielki, to ograniczały go względy polityczno-prestizżowe. Układ polityczny krajów RWPG powielał bowiem

24 Robotrontechnik.de, *Grosse Rechner*, <http://www.robotrontechnik.de/index.htm?html/standorte/rafena.htm> [dostęp: 24.11.2011].

25 Węgierska Socjalistyczna Partia Robotnicza – partia rządząca na Węgrzech od listopada 1956 r. do października 1989 r., do maja 1988 r. kierowana przez J. Kádára.

26 Ota Šik (1919–2004) – czeski ekonomista i działacz polityczny, autor reformy gospodarczej zainicjowanej w połowie 1967 r. i rozwiniętej podczas Praskiej Wiosny 1968 r., kiedy Ota Šik był wicepremierem do spraw gospodarczych w ekipie A. Dubčeka.

„satelicką” strukturę decyzyjną militarnego Układu Warszawskiego. Najważniejsze decyzje podejmowane były przez kierownictwo ZSRR, reszta krajów odgrywała rolę komplementarną. Z racji swej wielkości rolę „drugiej gwiazdy układu podwójnego” mogłyby odgrywać Chińska Republika Ludowa, ale od końca lat 50. Chiny oddalały się politycznie od Związku Radzieckiego, a w 1969 r. między obu krajami doszło nawet do zbrojnego incydentu na granicznej rzece Ussuri. Integracja gospodarcza Chin z resztą bloku była ograniczona, ChRL miała w RWPG tylko status obserwatora. Chiny były zresztą mocno zapóźnione w rozwoju informatyki. Działania w tej sferze rozpoczęto tam w instytutach naukowych w ramach 12-letniego planu rozwoju nauki i techniki zainicjowanego w 1956 r. przez premiera Zhou Enlaia. Prototypowy komputer lampowy (model 103) uruchomiono przy naukowej pomocy ZSRR w sierpniu 1958 r.; w tym samym roku w Harbińskim Instytucie Techniki Wojskowej powstała własna konstrukcja (model 331). Dopiero w 1965 r. skonstruowano komputer drugiej generacji (model B109)²⁷. Były to jednostkowe konstrukcje powstałe w tajnych projektach militarnych. Niezależnie od wspomnianego rozdźwięku politycznego ChRL nie miała wtedy komputera, który mógłby stanowić bazę wspólnego szeregu.

Nie była też brana pod uwagę Jugosławia. Zaprojektowane i wytwarzane w belgradzkim Instytucie im. Mihajlo Pupina w latach 1960–1975 maszyny CER (od CER-10 do CERR-111) były w zasadzie prototypami, niektóre z nich przekazano do produkcji małoseryjnej w zakładach EI-Niš w Nišu i RIZ/TRS w Zagrzebiu, inne (CER-11, 101 i 111) były specjalistycznymi komputerami dla armii jugosłowiańskiej²⁸. Jednak Jugosławia traktowana była specjalnie od czasu usunięcia jej z Kominformu²⁹ w 1948 r. Choć formalnie stosunki międzypaństwowe z ZSRR zostały przywrócone w 1955 r., to Jugosławia nie została zaproszona do tworzenia RWPG (od 1964 r. miała status tylko członka stowarzyszonego), a handel z nią odbywał się na podstawie bilateralnych umów rozliczanych w dolarach. Już w latach 60. z racji swej specyficznej pozycji geopolitycznej (deklarowanej przynależności do tzw. państw niezaangażowanych) ówczesna Jugosławia swoje potrzeby obliczeniowe mogła zaspokajać importem komputerów zachodnich, co zresztą zahamowało rozwój własnych rozwiązań³⁰. Seryjną produkcję nowoczesnych systemów na licencji Honeywella rozpoczęto w zakładach EI-Niš Računarski Centar dopiero pod koniec lat 70., podobnie jak minikomputerów Iskra Delta – na podstawie porozumienia z DEC (zob. prodrodział 2.2).

27 Beijing Municipal Association for Science & Technology, *A Brief History of the development of Chinese Computer (1956-2006)*, <http://www.nobelkepu.org.cn/english/honors/198379.shtml> [dostęp: 13.11.2008].

28 https://en.wikipedia.org/wiki/CER_Computer.

29 Oficjalnie – Biuro Informacyjne Partii Komunistycznych i Robotniczych – koordynacyjny ośrodek polityczny powołany w 1947 z inicjatywy J. Stalina na naradzie partii komunistycznych Bułgarii, Czechosłowacji, Francji, Jugosławii, Polski, Rumunii, Węgier, Włoch i ZSRR w Szklarskiej Porębie. Siedzibą był początkowo Belgrad, a od 1948 (od wykluczenia Komunistycznej Partii Jugosławii) – Bukareszt. Rozwiązany w 1956 r. (<http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Biuro-Informacyjne-Partii-Komunistycznych-i-Robotniczych;3878107.html>).

30 Jedyny liczący się import komputerów z krajów RWPG miał miejsce w końcu lat 70., kiedy Jugosławia sprowadzała minikomputery TPA i R-10 z Węgier.

W 1967 r. kierownictwo radzieckie wybrało scenariusz czwarty, czyli „drogę na skróty” – skopiowanie systemu bez porozumienia z producentem³¹. System miał być zaprojektowany metodą inżynierii wstecznej (ang. *reverse engineering*), polegającej na analizie konstrukcji komputerów zachodnich. Jako wzorzec wybrano najpopularniejszy system tamtych czasów: IBM S/360, który pojawił się na rynku USA w kwietniu 1964 r. i na który w 1967 r. składało się już 11 modeli komputerów – od najmniejszego S/360-20 do największego S/360-95 – oraz szeroki zestaw urządzeń peryferyjnych.

2. Transpozycje, klony i konstrukcje własne

2.1. System Odra 1300

W powstałych w 1959 r. Wrocławskich Zakładach Elektronicznych T-21, nazwanych niedługo później Elwro, już w 1960 r. rozpoczęto produkcję komputerów. Po wyprodukowaniu w latach 1960–1962 pojedynczych egzemplarzy komputerów Odra 1001, 1002 oraz UMC-1 w 1963 produkcja rozwinęła się na skalę, którą można było już nazwać „półseryjną” czy nawet seryjną – w latach 1963–1967 wytwarzano rocznie nawet 80 komputerów czterech różnych architektur i konstrukcji (UMC-1, Odra 1003 i 1013 oraz analogowych ELWAT 1 – zob. tabela 3)³². W 1967 ruszyła produkcja Odry 1204, której w latach 1968–1972 wyprodukowano 179 egzemplarzy, z czego 114 wyeksportowano do krajów RWPG³³, jednak komputer ten zaczynał już pozostawać w tyle za tendencjami światowymi. W roku 1966 doszło do decyzji nieczęstej w ówczesnych warunkach – Romuald Marczyński, przewodniczący Komisji Oceny Maszyn Matematycznych, zaproponował Zjednoczeniu MERA zaprojektowanie i produkcję systemu kompatybilnego z którymś systemem zachodnim, z pozyskaniem co najmniej zgody, a może nawet pomocy producenta systemu-wzorca. W 1967 r. – po rozmowach z brytyjskim przedstawicielstwem IBM oraz z firmami English Electric Computers oraz International Computers and Tabulators (ICT) – nawiązano formalną współpracę z ICT/ICL³⁴. Warto dodać, że współpraca ta miała już kilkuletnią historię – jak wspomina Marek J. Greniewski, przed dostarczeniem w grudniu 1962 r. komputera ICT trzech programistów i trzech elektroników CODKK odbyło

31 Formalna decyzja Komitetu AN ZSRR ds. Techniki Obliczeniowej oraz Państwowego Komitetu Nauki i Techniki ZSRR nosiła datę 27 stycznia 1967 r. (V.V. Przhijalkovskiy, dz. cyt.).

32 UMC-1 została zaprojektowana przez zespół prof. Antoniego Kilińskiego z Politechniki Warszawskiej, analogową maszynę ELWAT 1 zaprojektowano w Wojskowej Akademii Technicznej, Odra 1003 i 1013 były już własnymi konstrukcjami Biura Konstrukcyjnego Elwro.

33 R. Zuber, *Moje wspomnienia o ELWRO*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/strona11.html> [dostęp: 12.08.2012].

34 W trakcie wspomnianych negocjacji doszło do połączenia się brytyjskich producentów – firma International Computers Limited (ICL) powstała z połączenia International Computers and Tabulators (ICT) i Ferranti Computers, do których później dołączyła firma English Electric Computers.

przeszkolenia w Wielkiej Brytanii, a od 1963 r. w ramach umowy na dostawę komputera ICT 1300 brytyjscy instruktorzy prowadzili w Polsce szkolenia programistów CODKK³⁵.

Na podstawie tzw. porozumienia software'owego³⁶ strona polska otrzymała pełną dokumentację logiczną systemu ICL 1904, taśmy z testami technicznymi, oprogramowaniem systemowym i użytkowym oraz prawo do wykorzystania architektury logicznej i oprogramowania komputerów serii ICL 1900, zaś grupa pracowników Elwro odbyła szkolenie w ICL³⁷. Strona polska zobowiązała się do zamówienia w ICT/ICL do końca 1970 r. dwóch systemów ICL 1900 (dla ZETO oraz Zakładów im. Kasprzaka) oraz do rozważania ofert ICL przy wszystkich zakupach komputerów do końca obowiązywania umowy³⁸. Po 1970 r. umowa miała być przedłużana automatycznie na następny rok aż do jej ewentualnego wypowiedzenia przez którąś ze stron (z zachowaniem półrocznego okresu wypowiedzenia)³⁹.

Pierwszych osiem systemów Odra 1304 powstało na początku 1970 r., wykazywały one pełną kompatybilność na poziomie kodu maszynowego z systemem ICL 1904A. Było to wielkie osiągnięcie Thanasisa Kamburelisa⁴⁰, głównego projektanta architektury systemu Odra 1300, i całego zespołu.

Łącznie w latach 1970–1973 wyprodukowano 90 systemów Odra 1304. Jednocześnie zespół Elwro zaprojektował nową realizację sprzętową architektury ICL 1900, binarnie kompatybilną z maszynami ICL 1905E/F. Transpozycja polegała na przejściu z elementów dyskretnych na układy scalone, głównie typu SN7400⁴¹, wytwarzane od początku lat 70. m.in. w warszawskich zakładach CEMI i w kilku krajach RWPG. Od 1973 r. powstawały w Elwro wydajne i nowoczesne – jak na ówczesne możliwości krajowego przemysłu

- 35 Jak pisze M. Greniewski w swoich uwagach do niniejszego opracowania, w okresie tworzenia ICL w CODKK przebywała grupa przedstawicieli tej firmy, która włączyła grupę kilkudziesięciu polskich programistów do prac rozwojowych biblioteki oprogramowania nowej linii komputerów ICL 1900. Polscy programiści brali w nich udział do 1969 r.
- 36 W literaturze angielskiej porozumienie nazywane jest *Mutual Agreement – Porozumienie Wzajemne*. Porozumienie między ICT a CHZ Metronex zostało podpisane 20 lipca 1967 r. Obok dostawy oprogramowania przedmiotem było dostarczenie przez ICT dokumentacji technicznej „w celu wsparcia projektantów polskiego komputera w uzyskaniu możliwości korzystania z oprogramowania” (jak określono uzyskanie kompatybilności binarnej w angielskiej wersji umowy – przekład własny).
- 37 E. Bilski, B. Piwowar, *Historia Wrocławskich Zakładów Elektronicznych ELWRO (ciąg dalszy)*, http://pti.wroc.pl/html/pdf/historiaInformatyki/HistoriaELWRO_EBilski_BPiwowar.pdf [dostęp: 2.05.2012].
- 38 W końcu 1971 r. w Polsce było zainstalowanych 9 systemów ICT/ICL (od ICT 1300 do ICL System 4/70). Niektóre z nich zostały kupione w ramach realizacji porozumienia, rozważano zakup kolejnych w latach 1972–1973, zob. Komitet Nauki i Techniki – Krajowe Biuro Informatyki, *Informacja o planach rozwoju informatyki na 1972 rok na tle resortowych i regionalnych programów rozwoju informatyki na lata 1972–1975*, Warszawa, Komitet Nauki i Techniki 1971.
- 39 ICT/Metronex, Appendix I to the Agreement of 20 July 1967 between ICT and METRONEX.
- 40 Prof. dr Thanasis Kamburelis (ur. w Grecji w 1932 r.) znalazł się w Polsce w 1949 r., po greckiej wojnie domowej. W Polsce ukończył szkołę średnią, a następnie studia matematyczne na Uniwersytecie Wrocławskim. Pracę w Elwro rozpoczął w 1959 r., był projektantem, a później kierownikiem pracowni struktur logicznych, współtwórcą architektury komputerów produkowanych w Elwro w latach 60. i 70. W 1978 r. uzyskał doktorat na Politechnice Śląskiej. W końcu lat 70. wrócił do Grecji, do przejścia na emeryturę był profesorem informatyki na założonym w 1973 r. Uniwersytecie Kreteńskim.
- 41 Układ scalony niskiej skali integracji SN7400 został opracowany i wdrożony do produkcji przez Texas Instruments w 1964 r., w 1966 r. pojawiła się jego tańsza wersja „cywilna” w plastikowej obudowie DIP, która stała się najpowszechniej stosowanym podzespołem komputerów lat 70., https://en.wikipedia.org/wiki/7400_series [dostęp: 10.09.2015].

– systemy Odra 1305 i Odra 1325. Ta druga, mniejsza maszyna z arytmetyką zmiennoprzecinkową realizowaną software'owo była przejawem innowacyjnego podejścia do koncepcji serii. Maszyny ICL 1900 (a w ślad za nimi seria Odra 1304/1305) były systemami do zastosowań uniwersalnych, natomiast Odrę 1325 wyposażano w kanały do współpracy z systemami automatyki i pomiarów (Odra 1325-SAM, Odra 1325-CAMAC)⁴², dzięki czemu mogła sterować procesami czasu rzeczywistego. Ciekawym przykładem takiego zastosowania była wersja „zmilitaryzowana” Odry 1325 o nazwie RODAN 10 przeznaczona do sterowania systemami radiolokacyjnymi RAMONA i TAMARA⁴³.

Maszyny Odra 1300 nie były kopiami ICL 1904/1905 – na zupełnie innym sprzęcie zrealizowano architekturę logiczną oryginału i zapewniono wykonywanie listy rozkazów ICL 1900 w kodzie maszynowym. Odra 1305 i 1325 były nowocześniejsze od brytyjskich oryginałów pochodzących z połowy lat 60. – maszyn w zasadzie drugiej generacji, z pierwszymi układami scalonymi. Różnica na korzyść Odry 1305/1325 polegała też na zastosowaniu nowatorskiego sterowania mikroprogramowanego w pamięci ROM, opracowanego przez zespół A. Zasady jeszcze dla Odry 1204⁴⁴, a także układów scalonych TTL niższej (SSI) i średniej (MSI) skali integracji zastosowanych przez ICL dopiero w późniejszych seriach 1900A, S i T, w latach 1971–1974⁴⁵. Moc obliczeniowa i wydajność systemu Odra 1305 były porównywalne np. z komputerami IBM S/370-145 i 155, czyli nowszymi niż maszyny IBM S/360 będące pierwowzorem JS EMC.

Dla serii Odra 1300 powstały liczne urządzenia peryferyjne, zarówno konstrukcji krajowej (pamięci taśmowe PT-3) czy „mieszanej” (drukarka wierszowa DW-3 – licencyjny mechanizm drukujący ICL 666/V3 i zaprojektowana przez IMM i Mera-Błonie elektronika sterująca), jak i na licencjach zachodnich – drukarki mozaikowe DZM/D-180 (licencja Logabax), zestawy Mera 9150 do wprowadzania danych na taśmę magnetyczną (na licencji brytyjskich Redifon Seecheck), monitory ekranowe produkowane od 1976–1977 r. w zabrzańskich zakładach Elzab (na licencji szwedzkich Stansaab Elektronik)⁴⁶.

42 Zob. <http://www.immt.pwr.wroc.pl/content/view/859/222/> oraz <http://kmin.wm.pwr.edu.pl/piesiak/wp-publications/kasprzak1984b/> [dostęp: 29.10.2015].

43 Systemy te były produkowane dla wojsk Układu Warszawskiego w zakładach Tesla Pardubice. Zabudowane były na samochodach ciężarowych Tatra, dlatego komputery RODAN 10 (bazujący na Odrze 1305) oraz RODAN 15 (bazujący na Odrze 1305) miały specjalne konstrukcje mechaniczne. Komputery RODAN produkowano aż do 1991 r. (H. Stanek, *Militarny sprzęt komputerowy produkcji ELWRO użytkowany w systemach radiolokacji aktywnej i pasywnej*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/tamara.pdf> [dostęp: wrzesień 2010]).

44 A. Urbanek, *Jak powstawała seria Odra 1300 – wspomnienia konstruktora maszyn cyfrowych w ELWRO*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/urbanek.pdf> [dostęp: 25.01.2010].

45 Systemy ICL 1900 serii S, w których zastosowano już m.in. półprzewodnikową pamięć RAM, pojawiły się w 1971 r., ale w modelu ICL 1904S z 1972 r., który miał półprzewodnikową pamięć RAM na układach STTL z diodami Shottky'ego, czas cyklu pamięci (500 ns) był dłuższy od czasu cyklu pamięci ferrytowej z elementami platerowanymi niklem (250 ns) zastosowanej we wprowadzonej do produkcji w 1973 r. najsilniejszej maszynie tej serii, 1906S. Pamięć ferrytowa Odry 1305 miała czas cyklu 1,2/1,8 mikrosekundy. W serii ICL 1900 była też tańsza maszyna ICL 1909 z arytmetyką zmiennoprzecinkową i pamięcią o czasie cyklu 6 mikrosekund, przeznaczona dla obliczeń inżynierskich, a z racji niższej ceny kupowana przez uczelnie (dane Odry 1305 na podstawie cytowanej publikacji A. Urbanka, dane komputerów ICL według https://en.wikipedia.org/wiki/ICT_1900_series#The_1900_S_series [dostęp: 24.10.2015]).

46 <http://www.elzab.com.pl/historia> [dostęp: 3.11.2015].

Tabela 3. Produkcja ELWRO w latach 1959–1991

Wyrob	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	SUMA		
Przeł. kanał.																																				
Głowica UKF																																				
Pamięć bęb.																																				
Pamięć BW6																																				
Odra 1001	1																																		1	
Odra 1002	1																																		1	
UMC-1			1	14	10																														25	
Odra 1003			2	8	32																														42	
Odra 1013							42	42																											84	
ZAM 21							2																												2	
Odra 1103							17	32	15																										64	
ELWAT 1							20	26	4																										50	
Odra 1204			1	21	48	52	31	26																											179	
Odra 1304				8	25	37	20																												90	
Odra 1305				8	18	75	63	62	40	33	26	10	8	11	8																				362	
Odra 1325				48	30	27	22	2	19	3																									151	
R32				6	8	10	21	28	21	22	18	5	6	8																					153	
PTD												2	8	37	63	90																			200	
RODAN 10												3	5	8	9	10	9	12	15	14	12	13	14	11											135	
UMJS 10																	6	10	16	10	6	2													50	
RODAN 15																																			35	
Liczba komp. w latach	1	1	1	16	18	32	44	80	79	67	60	56	71	92	116	105	113	79	83	62	48	71	104	134	23	20	15	4	9	8	7	5			1624	
Suma pamięci bębnowej																																			1364	
Liczba wdrożeń	1	1	2	1			1	4				1	1	2	1																				18	

Źródło: H. Stanek, Co wynika z analizy programu produkcji Elwro w latach 1959–1993?, <http://www.elwrowcy.republika.pl/strona59.html> [dostęp: kwiecień 2010].

Część peryferii systemu Odra 1300 została wyposażona w interfejsy JS RIAD, otrzymując oznaczenia typoszeregu EC⁴⁷. Przykładowo drukarka DW-3 w wersji JS nosiła oznaczenia EC-7033/EC-7033M i była produkowana przez Mera-Błonie aż do 1990 r. Odra 1305/1325, wyposażona w dodatkowe kanały obsługujące protokoły wejścia/wyjścia IBM 360/370, mogła bezpośrednio współpracować ze wszystkimi urządzeniami peryferyjnymi JS EMC, w tym z pamięciami dyskowymi⁴⁸. Na przełomie lat 80. i 90. komputery Odra modernizowano, zastępując pamięci ferrytowe półprzewodnikowymi, co pozwalało na wymianę zasilaczy na dużo mniejsze. Na zwolnionym miejscu w szafie jednostki centralnej instalowano standardowe dyski twarde stosowane w komputerach PC.

Mimo przerwania rozwoju i produkcji pozycja systemów Odra 1300 w kraju była tak silna, że jeszcze w 1988 r. miała miejsce próba ich reaktywacji – z technicznego punktu widzenia udana, choć o kilkanaście lat spóźniona. W PZ Computex, a później w Zakładzie Elektroniki Użytkowej GM Compex we Wrocławiu zaprojektowano w technice mikroprocesorowej urządzenie EMCX 1305 – sprzętowy i systemowy emulator Odry 1305, który został zbudowany w kilkudziesięciu egzemplarzach⁴⁹. Powstało też kilka emulatorów systemu 1300 na maszynach R-32.

Ostatnimi działającymi Odrami 1305 w Polsce były dwie maszyny w Systemie Kierowania Pracą Stacji – na stacji rozrządowej PKP Wrocław-Brochów, wyłączona 1 kwietnia 2010 r., i w Ośrodku Informatyki PKP w Lublinie na potrzeby stacji PKP Lublin-Tatary, wyłączona 1 maja 2010 r.⁵⁰

2.2. Minikomputery

W połowie lat 60. pojawiły się na świecie minikomputery zarówno nowych firm, jak np. Data General (komputery Nova), Digital Equipment Corp. (PDP), Varian Data Machines czy Wang Laboratories, jak i dotychczasowych producentów (m.in. HP, Honeywell, CDC). W Europie produkowały je m.in. Norsk Data (Norwegia), Nixdorf Computer (RFN), CII (Francja), Philips Data System (holendersko-francuskie joint venture Philips-CTI), ICL (Wielka Brytania), duńska Regnecentralen (znana w Polsce z komputera GIER z lat 60., w latach 70. produkowała klony maszyn Data General Nova), a nawet szwedzki Saab – producent samolotów bojowych oraz samochodów (minikomputery cywilne Stansaab/Datasaab oraz komputery nawigacyjne stosowane od 1971 r. w myśliwsko-szturmowych samolotach JA 37 Viggen). Zainteresowanie minikomputerami w Europie Środkowo-Wschodniej było duże, zwłaszcza że ich ceny były o rząd wielkości niższe od cen systemów

47 W literaturze przedmiotu w transkrypcji łacińskiej często pozostawiane jest oryginalne oznaczenie EC, czytane jako „EC”, choć formalnie powinno być czytane jako „ES”, od *Edinnaya Sistiema*.

48 T. Kamburelis, *Maszyna cyfrowa Odra 1305*, grudzień 1971, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=458.

49 A. Urbanek, *SKOK – nieznaną ODRA 1300*, 18.09.2007, <http://www.networld.pl/news/123980/SKOK.nieznan.Odra.1300.html> [dostęp: 19.08.2012].

50 A. Urbanek, *Wyłączono ostatni komputer Odra w Polsce!*, http://www.computerworld.pl/news/358487_2/Wylaczono.ostatni.komputer.Odra.w.Polsce.html [dostęp: 3.05.2010].

mainframe – zarówno w imporcie, jak i w przypadku własnej produkcji. O wczesnej obecności zachodnich minikomputerów w Polsce świadczą dane z zestawienia *Wykaz maszyn cyfrowych zainstalowanych w kraju z krajów kapitalistycznych* z ręcznym dopiskiem: „Stan za II kw. 1974 r.”⁵¹. Według tego zestawienia, sporządzonego najprawdopodobniej jako załącznik do jakiegoś rządowego dokumentu czy sprawozdania, w połowie 1974 r. w kraju pracowało co najmniej kilkanaście minikomputerów Wang 2200, PDP-8 i PDP-11, HP-2100, HP-2116C, HP-3200, Nova 840, Olivetti, RC3600 i RC4000, Singer oraz Saab.

W 1973 r. dr Waldemar Romaniuk z IMM zaprojektował 8-bitową jednostkę centralną, której procesor (Momik 8b/100, później Momik 8b/1000) realizował listę rozkazów Argus 300 firmy Ferranti⁵², ale sprzętowo nie miał nic wspólnego z pierwowzorem. Jednostka była podstawą minikomputera Mera-300 produkowanego w ZSM Mera-Błonie. Urządzeniami wejścia/wyjścia były czytnik i dziurkarka tasiemki papierowej oraz elektryczna maszyna do pisania w roli konsoli operatorskiej (pod koniec produkcji – drukarka DZM-180). W pierwszych modelach nie było pamięci zewnętrznych, w późniejszych pojawiła się taśmowa pamięć kasetowa lub szpulowa, napęd dyskietek 8-calowych, a w nielicznych maszynach wyposażonych w kanał bezpośredniego dostępu – dysk twardy. Z założenia Mera-300 była komputerem ogólnego przeznaczenia do prowadzenia księgowości, gospodarki magazynowej dla mniejszych przedsiębiorstw i innych prostych obliczeń. Do tych, a nawet daleko bardziej skomplikowanych⁵³ zadań wydajność tego komputera była wystarczająca. Mera-300 w jej różnych wersjach była pierwszym komputerem wytwarzanym i zastosowanym w polskiej gospodarce w dużej liczbie egzemplarzy – wyprodukowano łącznie około 3 tys. sztuk. Podstawowym problemem, wynikającym z przyczyn omawianych w *Raporcie Kilińskiego*⁵⁴, był niedobór oprogramowania systemowego i aplikacyjnego (system MELA do obsługi imprez sportowych był jednostkowym rozwiązaniem specjalistycznym, stworzonym z godną

51 R. Wrzesień, *Opracowania dotyczące informatyki polskiej*, 1974, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=495 [dostęp: 11.05.2013].

52 Komputery Argus firmy Ferranti zostały zaprojektowane na przełomie lat 50. i 60. jako urządzenia sterujące procesami. Pierwszy model, Argus 100, powstał jako procesor naziemnej jednostki sterującej rakietami przeciwlotniczymi Bristol Bloodhound, stosowanymi w armii brytyjskiej i kilku innych państw aż do lat 90. Argus sterował też jednym z największych teleskopów obserwatorium w Jordell Bank, modele serii 300 były również wykorzystywane w symulatorach i trenerach używanych przez Royal Navy (fregaty, okręty podwodne, śmigłowce).

53 Spektakularnym przykładem zaawansowanego systemu użytkowego bazującego na komputerze Mera-300 był system stworzony przez Włodzimierza Marcińskiego (ówczesnego pracownika OBR Urzędzeń Informatycznych Mera) i jego zespół do kompleksowej obsługi informacyjnej Halowych Mistrzostw Polski w Lekkiej Atletyce (w lutym 1975 r.) oraz VI Halowych Mistrzostw Europy w Lekkiej Atletyce (w marcu 1975 r.), które odbywały się w katowickim Spodku. Składający się z 22 programów system nazwany MELA realizował pełną obsługę dokumentacyjną dla organizatorów mistrzostw oraz dziennikarzy, drukował na papierze i wyświetlał na tablicy informacyjnej w Katowickiej Hali Widowiskowo-Sportowej wyniki poszczególnych dyscyplin niemal w czasie rzeczywistym (do 3 minut po zakończeniu konkurencji). System został stworzony w języku Komputer Biurowy, realizował kontrolę formalną i merytoryczną wprowadzanych danych (np. prawidłowa pisownia nazwisk, kontrola merytoryczna rezultatów eliminująca błędne (nieprawdopodobne) wartości, przykładowo wynik w pchnięciu kulą przekraczający 30 m (W. Marciński, *MERA-300 – Mistrzostwa Europy w Lekkoatletyce*, lipiec 1975, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=459).

54 Raport znany był w środowisku pod tą nazwą – od nazwiska prof. Antoniego Kilińskiego, szefa zespołu ekspertów, którzy go opracowali, zob. Zespół Antoniego Kilińskiego, *Ocena polskiego przemysłu komputerowego 1971–1980*, „Informatyka” 1981, nr 9–10, s. 4.

podziwu inwencją w assemblerze Momika). Drugim problemem był permanentny niedobór nowoczesnych urządzeń peryferyjnych – napędów dyskietek i pamięci dyskowych.

Minikomputer K-202 został zaprojektowany w 1970 r. przez zespół kierowany przez Jacka Karpińskiego⁵⁵. K-202 był nowoczesnym modularnym systemem skonstruowanym w rekordowo krótkim czasie – poniżej roku – z wykorzystaniem układów scalonych serii SN7400 – wtedy jeszcze nieprodukowanych w krajach RWPG. Zgodnie z koncepcją J. Karpińskiego miał być wytwarzany seryjnie na podstawie umowy barterowej z dwoma brytyjskimi firmami (Data-Loop⁵⁶ i M.B. Metals) zawartej przez PHZ Metronex w maju 1971 r. Firmy te miały pośredniczyć w sprzedaży gotowych systemów (zapewniając sprzedaż co najmniej 300 sztuk rocznie) i dostarczać komponenty do produkcji. Z powodów, których analiza wykracza poza nakreślone ramy niniejszego opracowania, szczegółowo przedstawionych w opublikowanym w 1981 r. tekście będącym wydzieloną częścią Raportu Kilińskiego przedsięwzięcie zakończyło się w marcu 1973 r.⁵⁷ Od rozpoczęcia przygotowań do produkcji w zakładach ERA w grudniu 1970 r. aż do jej zatrzymania w marcu 1973 r. powstało 27 jednostek centralnych (15 z nich dostarczono w ramach umowy do Wielkiej Brytanii, pozostałe sprzedano w Polsce po ok. 2 mln zł za sztukę), 4 moduły pamięci dodatkowej, 50 kontrolerów urządzeń stanowych, 2 kanały pamięciowe i 3 niedokończone kanały automatyki. Powstał też system operacyjny SOK-1, prototyp interpretera języka BASIC, assembler ASSK-3 oraz kilkanaście programów matematycznych i statystycznych.

Losy projektu K-202 (niezależnie od późniejszych problemów osobistych samego konstruktora) dowodzą, że w ówczesnych warunkach nie było możliwe oparcie produkcji niemal w całości na nowoczesnych komponentach importowanych. Niezależnie od walorów konstrukcyjnych komputera przedsięwzięcie „nie zamykało się” bowiem finansowo. Do wyprodukowania jednostki centralnej trzeba było importować podzespoły za 1930 USD. Za jednostkę tę, zgodnie z kontraktem z M.B. Metals, miano otrzymywać 6200 USD. Przy ówczesnych bardzo niskich kosztach pracy przy produkcji i montażu w Polsce produkcja samych jednostek centralnych mogłaby się opłacać, ale do skompletowania działającego systemu K-202 potrzebna była pamięć dyskowa za ok. 7 tys. USD, monitor ekranowy za 5 tys. USD, ewentualnie konsola operatorska (teletype) za 1850 USD i inne podzespoły⁵⁸.

Koncepcję architektury K-202 rozwinięto w postaci systemu Mera-400 opracowanego w ZDM IMM i produkowanego początkowo w ZDM IMM, a następnie w OBR ERA w latach 1973–1984. Wyprodukowano łącznie ok. 600 sztuk Mery-400⁵⁹.

55 Członkami zespołu konstrukcyjnego byli Krzysztof Jarosławski, Elżbieta Jezierska, Teresa Pajkowska, Zbysław Szwał i Andrzej Ziemiakiewicz.

56 Założona w 1966 r. firma Data-Loop istnieje do dziś. Od początku istnienia zajmuje się sprzedażą urządzeń z obszaru bezpieczeństwa i monitoringu oraz pomiarowych i laboratoryjnych.

57 W lutym 1972 r. umowa z M.B. Metals została rozwiązana. W latach 1977–1979 firma Data-Loop procesowała się z PHZ Metronex w sądzie arbitrażowym w Bazylei, jednak jej roszczenia na ponad 833 tys. GBP zostały oddalone. Strony pokryły koszty postępowania po połowie (Zespół Antoniego Kilińskiego, *Ocena polskiego przemysłu komputerowego 1971–1980*, „Informatyka” 1981, nr 9–10, s. 4).

58 Zespół Antoniego Kilińskiego, *Ocena przedsięwzięcia K-202*, „Informatyka” 1981, nr 9–10, s. 8–17.

59 Prace prowadzone były przez zespół, który przedtem projektował K-202. Głównym konstruktorem komputera

Minikomputery były mniej skomplikowane i dużo tańsze w projektowaniu i produkcji niż systemy mainframe, więc wcześniej pojawiły się próby ich kopiowania, zresztą nie tylko w krajach RWPG. Przykładem klonowania był węgierski minikomputer TPA, zaś licencji – minikomputer R-10.

W końcu lat 60. w zakładzie produkcyjnym Instytutu Fizyki Węgierskiej Akademii Nauk (KFKI) powstał klon popularnej konstrukcji systemu minikomputerowego PDP-8 firmy DEC. Jego produkcja została przygotowana tuż przed podjęciem decyzji o rozpoczęciu produkcji typoszeregu JS EMC, a pierwszy działający egzemplarz pokazano w 1968 r. – już po decyzji. Prace nad uruchomieniem prowadzono „pod kryptonimem” TPA – co było skrótem od *Tárolt Programu Analizátor* (analizator z programem przechowywanym)⁶⁰, oznaczającym projekt budowy wielokanałowego analizatora rozpoczęty pod tą nazwą jeszcze w 1958 r.⁶¹ Kamuflaż był nieprzypadkowy – formalnie w ramach JS EMC Węgrom powierzono produkcję najmniejszej maszyny RIAD oznaczonej R-10 (o czym dalej). Metoda powstania TPA 1001 była zbliżona do tworzenia architektury Odra serii 1300, z tą różnicą, że *reverse engineering* serii Odra 1300 bazował na wspomnianym porozumieniu softwarowym, natomiast twórcy TPA posługiwali się tylko publikowanymi oficjalnie materiałami DEC, listą rozkazów oraz dokumentacją systemu dostarczaną nabywcom maszyn⁶². Początkowo nie mieli nawet egzemplarza oryginału ani oprogramowania, nie mówiąc już o jakimkolwiek porozumieniu z producentem. DEC dostarczał zresztą nabywcom systemów tylko oprogramowanie podstawowe, natomiast programy użytkowe, którymi bardzo zainteresowane było środowisko fizyków (zwłaszcza atomistów) krajów RWPG, powstawały wtedy głównie na amerykańskich uczelniach i w instytutach naukowych. Kopię programu testującego systemu PDP-8 twórcy TPA 1001 pozyskali poprzez kontakty prywatne z Danii, a nie od właściciela jakiegokolwiek maszyny PDP z krajów RWPG.

Maszyny TPA, głównie dzięki kompatybilności binarnej z powszechnie używanymi na świecie minikomputerami PDP (a później VAX 11), a także dzięki wyposażaniu ich już

Mera-400 była Elżbieta Jezierska-Ziemkiewicz, głównym programistą Teresa Pajkowska. Po zakończeniu produkcji Mery-400 część zespołu kontynuowała prace w polonijnej firmie Amepol. Na bazie architektury i elementów jednostki centralnej Mera-400 powstał zmodernizowany system MX16. W latach 1984–1988 zbudowano ok. 30 systemów MX16 i zmodernizowano kilkadziesiąt systemów Mera-400 – z wykorzystaniem nowych modułów pamięci i kanałów. Zespoły – m.in. ZDM IMM, Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów, Instytutu Okrętowego Politechniki Gdańskiej, Instytutu Informatyki UW oraz Politechniki Poznańskiej – opracowały w tamtych latach kilka wersji systemu operacyjnego SOM i CROOK dla Mery-400, oprogramowanie narzędziowe, systemy uruchomieniowe języków, oprogramowanie aplikacyjne oraz system pomiarowy z interfejsami PI i CAMAC (E. Jezierska-Ziemkiewicz, A. Ziemkiewicz, *Ocalić od zapomnienia...*, [w:] *Spoleczeństwo informacyjne – Krok naprzód, dwa kroki wstecz*, red. W.P. Sienkiewicz, J.S. Nowak, Katowice, PTI Oddział Górnośląski 2009, s. 447–456).

60 Nazwa TPA była świadomym nawiązaniem do etymologii skrótu PDP (*Programmed Data Processor*).

61 J. Lukács, *TPA történet – Lyukszalagtól az informatikáig*, 2003, <http://www.mek.oszk.hu/07400/07472/07472.pdf>.

62 Według wspomnień uczestnika projektu, dr. Lajosa Ivanyosa (prezentacja na konferencji Forum Historii Informatyki Towarzystwa im. Jánosa Neumanna, 16 kwietnia 2014 r., <http://www.docs-library.com/ppt/1/8/uni-en-1435.html>), w 1967 r. jedna z jego studentek przekazała mu wspomniany w podrozdziale 4.2. podręcznik *The Small Computer Handbook*, który dostała w prezencie, pracując jako hostessa na stoisku targowym USA na ówczesnych międzynarodowych targach BNV w Budapeszcie.

od 1972 r. w interfejs sterujący systemu CAMAC⁶³, stały się bardzo popularne w instytutach badawczych, w tym także w tak prestiżowych, jak moskiewski Instytut Energii Atomowej im. Kurczatowa oraz Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych w Dubnej (kilkanaście maszyn)⁶⁴. W połowie lat 80. systemy TPA-11 zastosowano w węgierskiej Elektrowni Atomowej w Paksu – TPA-11/440 była centralnym procesorem systemu pomiarowego dla sterowania blokami III i IV, zaś TPA-11/780 sterowała pełnozakresowym trenażerem siłowni⁶⁵. Od 1968 r. KFKI (od 1974 r. jego wydzielony zakład MSZKI) wyprodukował łącznie ponad 1600 maszyn TPA. Powstało 860 sztuk TPA 1001 i kolejnych 12-bitowych kompatybilnych z PDP-8, ok. 600 sztuk 16-bitowych klonów PDP-11 (od TPA-70 po TPA-11/440) i 164 egzemplarze 32-bitowych systemów TPA (w tym klonów VAX-11). Około 1400 szt. było własnymi konstrukcjami, a ok. 200 szt. – rzeczywistymi „klonami” kopiowanymi metodą „karta–karta”.

Komputery TPA w zasadzie nie naruszały ograniczeń patentowych dotyczących konstrukcji maszyny. Naruszenia własności intelektualnej polegały głównie na wykorzystywaniu nielicencjonowanego oprogramowania. Dochodziło natomiast do naruszenia znaków towarowych – np. oryginalne MicroVAX-y DEC kupowano za pośrednictwem krajów trzecich (w celu ominięcia zakazu COCOM-u dotyczącego maszyn 32-bitowych), a następnie sprzedawano do ZSRR z nalepkami TPA. Maszyny TPA produkowane były aż do 1990 r. – od 1989 r. już na podstawie oficjalnej umowy z DEC⁶⁶ (zob. tabela 4).

-
- 63 CAMAC (*Computer Automated Measurement And Control*) – opracowany w latach 70. modułowy system szynny danych i interfejsów stosowany w systemach zbierania i przetwarzania danych pomiarowych i sterujących, głównie w systemach laboratoryjnych w fizyce, w tym fizyce cząstek elementarnych i nukleonice. W szybkim opracowaniu interfejsu CAMAC dla komputera TPA bardzo pomógł fakt, że instytut KFKI był członkiem tzw. Komitetu ESONE, który zdefiniował CAMAC jako standard EUR 4100 w 1972 r. (J. Lukács, *TPA történet – Lyukszalagtól az informatikáig*, 2003, <http://www.mek.oszk.hu/07400/07472/07472.pdf>).
- 64 Największy zestaw TPA w ZSRR działał w bardzo dużym projekcie już w końcówce produkcji TPA – był to system pomiarowy tokamaka T-15 (projekt KAE T-15) zbudowany w Instytucie Kurczatowa w Moskwie, w latach 1985–1989, na bazie 14 maszyn TPA-1148 współpracujących z 1479 modułami CAMAC, 51 sterownikami mikroprocesorowymi, usieciowany mieszaniną adaptowanego DECNetu oraz sieci zbudowanej przez KFKI z wykorzystaniem własnych specjalizowanych protokołów. Maszyny TPA-1140 pracowały też w moskiewskim Instytucie Badań Kosmicznych, ale nie ma wiele danych na temat zastosowań TPA w programach kosmicznych ZSRR. Do ZSRR i NRD sprzedano łącznie kilkaset zestawów TPA. Od 1975 r. podstawową drukarką systemów TPA była polska drukarka DZM-180; w skład zestawu w latach 70. wchodziła też dziurkarka taśmy papierowej DT 105S produkowana przez Mera-Elzab. Drukarki DZM zostały zastąpione dopiero w latach 80. i 90 drukarkami wierszowymi produkowanymi przez Videoton na licencji Data Products (tamże).
- 65 Symulator i trenażer dla bloków III i IV Elektrowni Atomowej w Paks (tzw. *Full Scale Simulator*) zaprojektowane zostały przez Nokia Electronics oraz fiński instytut VTT na wzór symulatora i trenażera dla bloków Loviisa 1. i 2. (pracowały tam takie same reaktory WWER-440m jak w EA Paks) i zbudowany przez KFKI na zestawie 2 x VAX 11/780 i 2 x TPA-11/580 w latach 1984–1989 (tamże).
- 66 W 1988 r. zaczęły się rozmowy DEC-KFKI/MSZKI. W lutym 1990 r. w celu sprzedaży maszyn Digitała na Węgrzech powstało joint venture pod nazwą DEC Hungary Kft. (sp. z o.o.). Firma DEC (a ściślej – DEC Complementary Solution Organisation) miała w nim 51% udziałów, KFKI oraz SZÁMALK (istniejące od 1982 r. przedsiębiorstwo zajmujące się wdrożeniami systemów informatycznych w gospodarce) – po 24,5%, ponadto firma DEC otrzymała opcję wykupu całości udziałów, którą niemal natychmiast wykorzystwała. W 1990 r. po przejściu całości udziałów przez DEC Hungary produkcja maszyn TPA została zakończona (tamże).

Tabela 4. Maszyny TPA i ich pierwowzory

Maszyna TPA	Pierwowzór PDP
12-bitowe	
TPA-1001	PDP-8
TPA-1001/i	PDP-8/i
TPA-i	PDP-8/i
TPA-L/32	PDP-8/e
TPA-L/128	PDP-8/e
TPA-L/128H	PDP-8/e
TPA-Quadro	DECmate
16-bitowe	
TPA-70	–
TPA-70/25	–
TPA-1140	PDP-11/40
TPA-1148	PDP-11/70
EMU-11	PDP-11/40
TPA-11/440	PDP-11/44
TPA-11/420	PDP-11/84
TPA-11/428	PDP-11/84
TPA-11/110	PDP-11/03
TPA-11/170	PDP-11/73
32-bitowe	
TPA-11/580	VAX-11/780
TPA-11/582	VAX-11/780
TPA-11/585	VAX-11/785
TPA-11/587	VAX-11/785
TPA-11/540	VAX-11/730
TPA-11/56x	VAX-11/730
TPA-11/510	MicroVAX II.
TPA-11/520	MicroVAX II.
TPA-11/530	MicroVAX 3500
TPA-11/535	MicroVAX 3500

Przykładem urządzenia na licencji, którą udało się uzyskać od producenta zachodniego, była węgierska maszyna R-10 przeznaczona głównie do sterowania procesami w czasie rzeczywistym. Wytwarzano ją na licencji francuskiej maszyny CII 10010. Francuski oryginał nie był kompatybilny z serią IBM S/360, został opracowany w architekturze systemowej SCS Sigma amerykańskiej firmy SDS⁶⁷. Produkcję licencyjną w 1969 r. zainicjowały

67 Francuskie przedsiębiorstwo CII (*Compagnie Internationale pour l'Informatique*) z udziałem państwa powstało w ramach realizacji narodowego programu informatyzacji Plan Calcul w 1966 r. Produkcję systemu CII 10010 rozpoczęto w 1967 r. Jedynymi cechami wspólnymi produkowanego od 1966 r. 16-bitowego komputera SDS Sigma 2 i 32-bitowego Sigma 7 oraz IBM S/360 były: bajtowa struktura logiczna, zastosowanie kodu EBCDIC do przechowywania danych oraz architektura rejestrów uniwersalnych – czyli rozwiązania powszechnie stosowane w tamtych czasach. W 1969 r. firmę SDS kupił Xerox, maszyny były produkowane do 1975 r. – jako XDS, potem dział i prawa produkcji sprzedane zostały Honeywellowi. Maszyny SDS były stosowane m.in. przez NASA w przygotowaniach i realizacji programu Apollo, zaś komputer SDS Sigma 7 został zastosowany przez

budapeszteńskie zakłady EMG, które w 1970 r. przekazały ją wydzielonej jednostce zakładów Videoton w Székesfehérvár (znanych w Polsce m.in. z wytwarzanych tam telewizorów oraz radioodbiorników), gdzie rozpoczęto ją pod nazwą VT1010B. Komitet RWPG sterujący projektem JS EMC nie miał koncepcji komputera do sterowania procesami (takiego komputera nie było też w systemie IBM S/360). Wydaje się, że dlatego bez specjalnych dyskusji zaakceptowano umieszczenie „nalepki” Jednolitego Systemu na komputerze, który z JS EMC nie miał nic wspólnego. Od rozwinięcia produkcji na dużą skalę w 1972 r. kolejne wersje R-10 (EC-1010, EC-1011, EC-1012 i EC-1015) bazowały na francuskiej maszynie CII 10010A (Mitra-15)⁶⁸. R-10 wyposażano w oddzielny system interfejsów JS EMC, dzięki czemu można było wykorzystywać urządzenia peryferyjne JS EMC. Z takim interfejsem i odpowiednim oprogramowaniem R-10 mogła pracować w roli front-end procesora (do zbierania danych i ich wstępnego przetwarzania) dla większych systemów JS EMC⁶⁹. R-10 miała także swoją wersję militarną o nazwie Mobil R-10, opracowaną przez Instytut REVA (część naukową Służb Automatyzacji Systemów Zarządzania i Dowodzenia Ludowej Armii Węgierskiej) i kilka innych wojskowych placówek naukowych (w których pracowali m.in. węgierscy absolwenci cybernetyki warszawskiej WAT). Maszynę Mobil R-10 montowano na wojskowych samochodach ciężarowych Csepel D344 i eksperymentowano z nią w dziedzinie automatycznego rozpoznawania obrazu z kamer z pola walki, a w zastosowaniach cywilnych – do rozpoznawania numerów rejestracyjnych w badaniach potoków ruchu drogowego. W wersji cywilnej eksperymentalny system rozpoznawania obrazu i analizy zdjęć lotniczych i satelitarnych MIP (ang. *Modular Image Processing*) został opracowany na R-10 przez Instytut Geodezji, Kartografii i Telemetrii Węgierskiej Akademii Nauk (FÖMI)⁷⁰. Powstał też eksperymentalny dwumaszynowy system do obróbki online wyników badań EEG i EKG w Akademii Medycznej w Segedynie⁷¹. Dzięki dostępności i niskiej cenie na R-10 powstało sporo aplikacji ogólnego przeznaczenia, np. system gospodarki materiałowej dla Stoczni Rzecznej w Óbuda (Óbudai Hajógyár), systemy wspomagające zarządzanie dla dużych przedsiębiorstw (m.in. Péti Nitrogénművek – Zakłady Azotowe w Pétfürdő, w których na R-10 portowano programy napisane na maszynie GIER⁷²), system dla

Leonarda Kleinrocka na uniwersytecie UCLA w roli jednego z pierwszych węzłów sieci ARPANET, pierwowzoru internetu. W roku 1979 firma SDS została restytuowana przez jej byłych pracowników i do 1984 r. produkowała mikrokomputery do zastosowań biurowych.

- 68 Wraz z licencją strona francuska przekazała pełne oprogramowanie systemowe Mitry-15, łącznie z systemami czasu rzeczywistego, oraz systemy uruchomieniowe głównych języków programowania (m.in. COBOL, FORTRAN, BASIC, Pascal).
- 69 Były to rozwiązania stosowane w oryginalnych systemach CII – w charakterze front-end procesora Mitra-15 współpracowała z komputerami serii Iris. Na Węgrzech maszyny R-10 współpracowały, pod kontrolą systemu Interactive Jobmanagement System (IJS), z komputerami R-22.
- 70 J. Szabó, *Szemelvények a hazai képfeldolgozás (b)őskorából*, http://www.mant.hu/dokumentumok/szabojozsef-viszsaemlekezés_hoskor_mod_20110427.pdf [dostęp: maj 2004].
- 71 W systemie tym R-10 współpracowała z VT1010/B, http://web.itf.njszt.hu/23r4r23r/uploads/2012/09/A_SZAMALK_es_elodei.pdf, s. 114.
- 72 Według wspomnień b. pracowników zakładów publikowanych na prywatnych blogach.

szpitala im. J. Ballassy w Szekszárdzie (pierwsze węgierskie zastosowania informatyki w zarządzaniu szpitalem) oraz system sprzedaży w domu towarowym Domus w Budapeszcie, gdzie od 1975 r. dane wprowadzano z terminali VT340 na piętrach oraz z kas⁷³.

Jednak mimo skali produkcji i niemal 10 lat doświadczeń z maszyną TPA czy możliwości rozwoju Mery-400 lub węgierskiego systemu R-10 Komisja Międzyrządowa ds. Techniki Obliczeniowej RWPG podjęła w 1974 r. decyzję o zaprojektowaniu i budowie od zera systemu minikomputerów SM-EVM (w polskiej terminologii system nazywano tylko SM). Jako wzorce dla najmniejszych minikomputerów serii SM (SM-1 i SM-2, potem SM-1M, SM-2M oraz SM-1210) posłużyły minikomputery HP serii 2000, produkowane w latach 1969–1978. Modele 16-bitowe bazowały na komputerze DEC PDP-11 (w latach 1978–1987), a późniejsze, 32-bitowe – na kolejnych modelach DEC z serii VAX-11⁷⁴. W krajach RWPG wyprodukowano łącznie kilkadziesiąt tysięcy systemów SM stosowanych m.in. do sterowania procesami oraz systemami pomiarowymi (około 100 systemów SM pracowało na kosmodromie Bajkonur). W Polsce minikomputery serii SM-3 i SM-4 produkowano na podstawie radzieckiej dokumentacji w Zakładach Technik Minikomputerowych ERA w podwarszawskich Włochach. W latach 1982–1984 wyprodukowano tam kilkaset komputerów SM-4A⁷⁵.

Natomiast Centrum Naukowo-Produkcyjne Systemów Sterowania MERA-STER w Katowicach w 1979 r. rozpoczęło produkcję systemu Mera-60. Został on zaprojektowany przez zespół Janusza Dziulaka na podstawie radzieckich założeń architektury logicznej SM, zbudowany z wykorzystaniem radzieckiego mikroprocesora Elektronika K-590 oraz układów scalonych średniej i dużej skali integracji, realizował listę rozkazów maszyny DEC PDP-11/03. Maksymalna pojemność pamięci operacyjnej wynosiła 32 KB. System był przeznaczony do sterowania procesami oraz obliczeń naukowych i inżynierskich. Po przeprowadzeniu w 1982 r. testów⁷⁶ w ramach tzw. Międzynarodowego Badania Środków Technicznych systemu SM otrzymał oznaczenie SM-1633. W katowickim Instytucie Systemów Sterowania rozpoczęto też prace nad rozbudową komputera Mera-60 do wersji MERA-60/256 (z pamięcią do 256 KB), która miała być funkcjonalnym odpowiednikiem PDP-11/23⁷⁷. Mera-60 była konfigurowana przeważnie z podsystemem pomiarowym CAMAC. Jej eksport (ok. 90% produkcji) był prowadzony przez PHZ Metronex pod nazwą CAMAC Mera-60 i rozliczany w umowach z krajami RWPG w ramach puli

73 <http://web.itf.njst.hu/23r4r23r/uploads/2013/12/kepek.ppt>. W Polsce maszyny R-10 stosowane były m.in. jako komputery sterujące blokami B4 (centrum przetwarzania informacji CTI) central telefonicznych E-10B produkowanych przez poznańskie zakłady WZT Telkom-Teletra na licencji CIT-Alcatel. Oprogramowanie sterujące pochodziło najprawdopodobniej bezpośrednio z Francji z ośrodka CNET.

74 E.N. Filinov, *Systema malyh EVM*, 2010, http://www.computer-museum.ru/histussr/sm_evm.htm.

75 W wywiadzie dla miesięcznika „Komputer” dr inż. J. Dyczkowski wspominał, że w 1984 r. ERA wyprodukowała m.in. 177 minikomputerów SM-4A (E. Bobrowska, *Przemysł komputerowy*, „Komputer” 1986, nr 4, s. 4).

76 Do testów kompatybilności z maszyną PDP-11 wykorzystano oryginalny program testujący procesora DEC LSI-11 (A. Grzywak, Z. Suchorończak, *Rozwój systemów mikrokomputerowych na przykładzie Mery-60 (SM-1633)*, „Informatyka” 1983, nr 2, s. 3–8).

77 Tamże.

systemów pomiarowych⁷⁸. Obok Mery-60 w końcu lat 70. i w pierwszej połowie lat 80. powstało kilka innych minikomputerów przeznaczonych do bezpośredniego wspomagania produkcji przemysłowej – zarówno przez bezpośrednie sterowanie procesami technologicznymi, jak i wspomaganie zarządzania produkcją na poziomie zakładu przemysłowego czy linii technologicznej (mikrokomputerów PRS-4, których wyprodukowano ponad 150, były one stosowane m.in. w systemie dyspozytorskim MSD-80)⁷⁹. W latach 1978–1980 w zakładach Mera-Błonie powstały komputery Mera-100 i Mera-200⁸⁰. Przedsięwzięcia te przerwał rozpad systemu polityczno-gospodarczego⁸¹.

Wszystkie komputery SM były binarnie kompatybilne z PDP, co umożliwiało eksploatację na nich zarówno oryginalnych systemów operacyjnych firmy DEC, jak i oprogramowania aplikacyjnego tworzonych na całym świecie przez użytkowników systemów DEC. Po modyfikacjach (m.in. dodaniu obsługi języka rosyjskiego oraz sprzętu spoza specyfikacji sprzętowych oryginału, np. kart graficznych radzieckich komputerów DWK) klony systemu operacyjnego RT11 występowały w krajach RWPG jako RAFOS, FOBOS i FODOS, zaś RSX11 jako OSRV.

Od 1978 r. klony maszyn DEC produkowano także w ówczesnej Jugosławii. Wytwarzała je firma Iskra Delta z siedzibą w Lublanie, wydzielona w 1977 r. z działu serwisu i sprzedaży komputerów przedsiębiorstwa Elektrotehna Lublana będącego od 1972 r. wyłącznym sprzedawcą systemów DEC w Jugosławii. Jugosłowiańskie klony PDP różniły się od systemów TPA i SM. Były bowiem „składakami” – procesor i płytę kupowano oficjalnie od DEC, główne podzespoły – od poddostawców DEC, natomiast zasilacze, ramy i obudowy, chłodzenie i inne elementy mechaniczne wytwarzały firmy grupy Elektrotehna. Zakupy podzespołów były możliwe dzięki porozumieniu podpisanemu w 1977 r. przez prezydenta Cartera i marszałka Tito dotyczącemu preferencyjnych zasad uzyskiwania zezwoleń eksportowych na produkty high-tech (z zakazem ich reeksportu do krajów trzecich). Pierwszy egzemplarz jugosłowiańskiego klona PDP pod nazwą Delta 340 został publicznie zaprezentowany 25 maja 1978 r., na urodziny marszałka Josipa Broz Tito. Jak wspominają uczestnicy tamtych wydarzeń, na specjalnej uroczystości maszyna odgrywała hymn Socjalistycznej Federacyjnej Republiki Jugosławii i drukowała portret marszałka.

Autor nie dysponuje danymi dotyczącymi liczby wyprodukowanych maszyn, choć wiadomo, że był to głównie model Iskra Delta 800 odpowiadający maszynie PDP-11/34. We wspomnieniach weteranów jugosłowiańskiej informatyki zamieszczonych na jednym z forów znalazła się wzmianka, że pod nazwą Iskra Delta 4850 produkowano też 32-bitową

78 R. Jakóbiec, *Biuro konstrukcyjne Systemów Mikrokomputerowych CNPSS MERASTER w latach 1983–1988*, rękopis niepublikowany.

79 K.K. Żymelka, *Minikomputer PRS-4 – Wspomnienia konstruktora*, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=425 [dostęp: 2008].

80 J. Bezpalko, *Historia Zakładów Mechaniczno-Precyzyjnych Mera-Błonie 1953–2003*, Błonie, Towarzystwo Przyjaciół Ziemi Błoniejskiej 2010.

81 M.in. zaprojektowanie i wdrożenie w Merasterze produkcji komputerów Mera 660 (1986/1987) i Mera 680 (1987/1988) z całkowicie nowym systemem operacyjnym MASTER stworzonym przez zespół Tadeusza Korniaka.

maszynę serii VAX. Podobnie jak w przypadku TPA (ale w okresie dużo późniejszym) miał też miejsce reeksport – za cichym przyzwoleniem administracji amerykańskiej Iskra Delta dostarczyła w 1986 r. kilkadziesiąt systemów i zbudowała na nich sieć dla komend policji w ośmiu wielkich miastach w ChRL. Dostarczono też własne oprogramowanie aplikacyjne opracowane dla jugosłowiańskiej Związkowej Rady Obrony Porządku Konstytucyjnego (*Savezni savet za zaštitu ustavnog poretka*) i podległych jej służb bezpieczeństwa – SDB Serbii, SDB Kosowa, SDB Wojwodiny, SDV Słowenii, SDS Chorwacji i SDS Bośni i Hercegowiny. Kierownictwo zakładów Iskra Delta dostało nawet specjalne podziękowania od premiera ChRL Zhao Ziyanga podczas jego wizyty w Jugosławii w 1986 r.

3. Kilka aspektów drogi na skróty

We wstępie do rozważań o bezumownym kopiowaniu architektury systemowej warto przypomnieć stosowane modele ochrony własności intelektualnej zawartej w architekturze, sprzęcie oraz oprogramowaniu.

3.1. Ochrona architektury i oprogramowania

Ochrona patentowa wynalazków technicznych istnieje w światowym systemie prawnym już od XV w.⁸², zaś rozwiązania sprzętowe patentowali praktycznie wszyscy wielcy producenci urządzeń liczących od czasów tabulatorów mechanicznych⁸³. W złożonych konstrukcjach zastrzeżenia patentowe można jednak obejść, dochodząc do tego samego efektu różnymi rozwiązaniami. W latach 60. i 70. XX w. nie odnotowano procesów wytaczanych producentom, którzy tworzyli procesory realizujące listę rozkazów innych producentów.

Ochronę znaku towarowego wprowadziły w średniowieczu cechy rzemieślników i gildie kupieckie, swoje wyroby oznaczali majstrowie, warsztaty i manufaktury. Szybki rozwój produkcji i handlu na przełomie XVIII i XIX w. pociągnął za sobą chęć wyróżniania się producentów, zaś pod koniec XIX w. pojawiły się regulacje międzynarodowe⁸⁴. Ochronę znaku stosują producenci sprzętu informatycznego, jednak chroni ona oznaczenie własnych produktów, a nie urządzeń realizujących „cudzą” listę rozkazów czy protokoły komunikacyjne, produkowanych przez innych wytwórców pod innymi nazwami.

82 Tzw. ustawa wenecka z 1474 r. uchwalona przez Radę Republiki Weneckiej.

83 Pierwszy patent, który można uznać za informatyczny – na ulepszenie dziurkarki kart – otrzymał w 1911 r. John Royden Peirce. Ten patent rozpoczyna historię własności intelektualnej w IBM – w 1920 r. firma CTR (poprzednik IBM) kupiła patenty Johna R. Peirce’a od jego firmy Peirce Patents Company. W 1917 r. pracownikiem CTR został James Bryce, od 1922 r. główny inżynier firmy, który w ciągu prawie 30 lat w IBM zarejestrował ok. 500 patentów. IBM stoi na czele amerykańskiej listy patentowej (pod względem liczby przyznanych patentów) nieprzerwanie od ponad 20 lat, w 2014 r. firma uzyskała ponad 7,5 tys. patentów (J.W. Cortada, *IBM, NCR, Burroughs and Remington Rand and the Industry They Created, 1865–1956*, Princeton, Princeton University Press 1993).

84 Np. Konwencja o ochronie własności przemysłowej (Konwencja paryska) z 1883 r.

Specyficzna ochrona oprogramowania pojawiła się w końcu lat 70. XX w. W latach pięćdziesiątych komputery dostarczane były niemal bez oprogramowania – użytkownicy tworzyli je sami na własne potrzeby. Wobec małoseryjnej produkcji i szybkiego rozwoju konstrukcji aż do pojawienia się systemu IBM S/360 architektury oraz listy rozkazów poszczególnych modeli komputerów tego samego producenta potrafiły różnić się od siebie tak znacznie, że ich oprogramowanie było niekompatybilne z modelami poprzednimi (i następnymi). W miarę rozwoju produkcji seryjnej na przełomie lat 50. i 60. producenci zaczęli dostarczać z komputerami oprogramowanie w modelu licencjonowania, w którym programy pozostawały własnością dostawcy, użytkownik miał prawo korzystać z nich na określonych warunkach, za to bez oddzielnej opłaty. Programy zwykle dostarczano nie tylko w postaci binarnej, ale także źródłowej, obficie komentowanej przez autorów. Użytkownicy byli przez dostawców komputerów wręcz zachęcani do wprowadzania ulepszeń do programów i dzielenia się nimi z producentem i innymi użytkownikami.

Sytuację zmieniło pojawienie się zunifikowanych architektur systemowych. Pierwszym systemem zaprojektowanym jako seria modeli o jednolitej architekturze był IBM S/360 – zaprezentowany w 1964 r. zestaw maszyn, który zastąpił pięć niekompatybilnych ze sobą komputerów IBM. Na początku przedstawiono sześć modeli serii S/360, których przełomową cechą była spójność bajtowej architektury i listy rozkazów oraz kompatybilność oprogramowania i urządzeń peryferyjnych. W latach 70. na całym świecie zaczęto wytwarzać komputery wykonujące listę rozkazów IBM S/360. W USA były nimi maszyny Amdahl 470⁸⁵, UNIVAC 9000, RCA Spectra 70⁸⁶. W Wielkiej Brytanii English Electric produkował na licencji RCA maszyny serii System 4, a po połączeniu z ICL serię kontynuowano jako ICL System 4. W Japonii klony S/360 i S/370 zostały wyprodukowane przez Hitachi z Fujitsu (maszyny M) oraz NEC z Toshiba (ACOS), w Niemczech w 1967 r. Siemens zaczął sprzedawać swoją wersję RCA Spectra 70 – jako Siemens 4004, a po wycofaniu się RCA z branży komputerowej – komputer BS2000 (we współpracy z Fujitsu). Producenci niektórych systemów kupowali odpowiednie patenty IBM.

Jednym z efektów unifikacji architektur systemowych (w ślad za IBM ideę tę wdrożyli praktycznie wszyscy główni producenci⁸⁷) było pojawienie się programów tworzonych przez dostawców niezależnych od producentów sprzętu. W USA zaczęli oni zgłaszać programy do Urzędu Patentowego⁸⁸. W 1969 r., w trakcie procesu antytrustowego, w którym

85 System Amdahl 470 został skonstruowany w 1970 r. przez Gene'a Amdahla, byłego głównego konstruktora serii IBM S/360. Pierwsze maszyny Amdahla, klony serii S/370 produkowane we współpracy z Fujitsu, pojawiły się na rynku w 1975 r. Koncern Fujitsu zainwestował w Amdahla 56 mln USD, w 1976 r. był on właścicielem 41% akcji firmy, w 1979 zwiększył udział do 47% (A.D. Chandler Jr., *Inventing the Electronic Century: The Epic Story of the Consumer Electronics and Computer Industries*, Cambridge–London, Harvard University Press 2005).

86 Po sprzedaży serii RCA Spectra 70 firmie Univac produkowane jako Univac Series 70.

87 Oprócz IBM największymi producentami komputerów w połowie lat 60. były firmy Burroughs, CDC, General Electric, Honeywell, NCR, RCA i UNIVAC. Całą ósemkę nazywano „IBM i siedmiu krasnoludków”. Udział IBM w rynku był wtedy szacowany na 70% (tamże).

88 Jedną z pierwszych firm, które w 1965 r. rozpoczęły niezależną sprzedaż oprogramowania, była Applied Data Research (jej pracownik, Martin A. Goetz, uzyskał 23 kwietnia 1968 r. pierwszy patent na software – rozwiązanie oprogramowania sortującego, <http://ipwatchdog.com/patents/US3380029A.pdf> [dostęp: 3.11.2015]).

Departament Sprawiedliwości oskarżył IBM o wykorzystywanie znaczącej pozycji rynkowej i praktyki antykonkurencyjne polegające na bezpłatnym dostarczaniu oprogramowania ze sprzętem⁸⁹, IBM „rozbundlował” swoje oprogramowanie dla serii S/360, rozpoczynając jego sprzedaż niezależnie od sprzedaży lub wdzierzawiania komputerów. Warunki korzystania z oprogramowania zaczęto określać w znanej do dziś formie umów licencyjnych, zaś producenci klonów zawierali stosowne porozumienia z IBM dotyczące software’u⁹⁰.

Patentowanie programów jest możliwe tylko w niektórych krajach⁹¹. Ochrona prawnoautorska oprogramowania pojawiła się natomiast w USA w wyniku działania CONTU (ang. *Commission on New Technological Uses of Copyrighted Works*), komisji Kongresu USA powołanej w 1974 r. w celu analizy zasad korzystania i kopiowania materiałów podlegających ochronie prawem autorskim „w (1) automatycznych systemach zdolnych do przechowywania, przetwarzania, pozyskiwania i przekazywania informacji oraz (2) poprzez różne formy powielania maszynowego”⁹². W swoim raporcie końcowym z lipca 1978 r. CONTU zaleciła m.in. ochronę programów jako rezultatów twórczości ustawą o prawie autorskim (*Copyright Act of 1976*). Została ona znowelizowana – zgodnie z zaleceniem w 1980 r., Kongres włączył do niej definicję programu komputerowego. Zmiana ta wraz z orzeczeniami sądowymi (istotnymi w anglosaskim prawie precedensów) sprawiła, że od tego czasu w USA programy są chronione jako utwory, czyli tak jak w obecnym modelu europejskim, w tym w polskiej ustawie o prawie autorskim⁹³. Oddzielnymi aktami prawnymi chronione są dziś na świecie architektura baz danych oraz topologia układów scalonych.

3.2. RIAD a „sprawa polska”

Już na starcie Jednolity System EMC miał obciążenie – mimo rozpoczęcia projektowania i produkcji o dekadę później niż oryginału do jego budowy można było wykorzystać tylko elementy niższej skali integracji oraz mniej zaawansowane technologie produkcyjne niż stosowane w oryginalnym systemie IBM S/360. Sytuacja ta była odwrotna do przypadku ICL 1900 i Odra 1305. Odra 1305 to przykład sprzętowego „reengineeringu w górę” – była maszyną

89 <http://www.justice.gov/atr/case-document/united-states-memorandum-1969-case> [dostęp: 3.11.2015].

90 Choć nie zawsze – firma Hitachi w końcu lat 70. stosowała nielicencjonowany software IBM i dopiero w 1982 r., po procesie i zapłaceniu wysokiej kary oraz zaległych opłat licencyjnych, zalegalizowała wykorzystywanie oprogramowania IBM.

91 Patenty dotyczące oprogramowania w USA i innych krajach, które przyjęły takie stanowisko, są udzielane w zasadzie na procesy sterowane komputerowo, w wyniku których następuje transformacja fizyczna przedmiotu, albo na metodę biznesową realizowaną przy użyciu oprogramowania. W lipcu 2005 r. Parlament Europejski odrzucił propozycję dyrektywy patentowej, która miała umożliwić i ujednoclić patentowanie „wynalazków realizowanych przy użyciu komputera” (<http://www.psz.pl/120-unia-europejska/piotr-pelzowski-patenty-na-oprogramowanie-komputerowe-w-ue> [dostęp 12.10.2015]).

92 <http://digital-law-online.info/CONTU/PDF/Chapter2.pdf>, s. 4 (przekład własny).

93 W 1998 r. ochrona prawnoautorska oprogramowania w USA została zdecydowanie wzmocniona przez penalizację naruszenia ochrony wprowadzoną w *Digital Millennium Copyright Act*.

konstrukcyjnie nowocześniejszą od oryginału, co stanowiło paradoks w świetle ogólnego zapóźnienia przemysłu krajów RWPG. Dzięki temu, że Odra 1305 powstawała dekadę później od oryginału, można było wykorzystać tzw. rentę zacofania i przeskoczyć niektóre etapy rozwoju, np. stosując sterowanie mikroprogramowe, nowocześniejsze od „szytego na sztywno” (*wired logic*) oryginału. Podobna sytuacja zaszła w przypadku czechosłowackiej maszyny TESLA 200/270, w której także wprowadzono unowocześnienia w stosunku do pierwowzoru.

Specyficznym przypadkiem „reengineeringu w górę” była maszyna R-32 zaprojektowana w 1971 r. Była ona ulepszeniem nie oryginalnego komputera IBM (IBM od 1970 r. produkował dużo nowocześniejszy system S/370⁹⁴), ale radzieckiego R-30. Produkcję R-30 miał wdrożyć Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elwro (prace rozwojowe przeniesiono z IMM), o czym poinformowano Elwro w listopadzie 1971 r. Produkcję Odry udało się utrzymać do 1983 r., kiedy wyprodukowano ostatnich 8 sztuk systemu 1305⁹⁵. Do tego czasu był jeszcze popyt na te komputery, użytkownicy wymieniali też starsze maszyny Odra 1304. Jednak zdając sobie sprawę, że nie tylko dalszy rozwój, ale nawet utrzymanie produkcji Odry 1305/1325 stanie się niemożliwe, zdecydowano się na przekonstruowanie przestarzałej już w chwili projektowania maszyny R-30 (EC-1030)⁹⁶. W latach 1971–1973 wrocławski zespół prowadził jeszcze prace nad rozwojem systemu Odra⁹⁷, a jednocześnie przekonstruował architekturę sprzętową jednostki centralnej EC-1030, transponując ją na obwody scalone TTL serii SN7400. Zastosowano wiele innych nowoczesnych elementów – od produkowanych w kraju łączówek, przez panele jednostki centralnej krosowane stosowaną w Odrze 1305/1325 techniką owijania (*wire-wrap*), po nowe zasilacze. Przeprowadzone w 1974 r. na targach w Brnie testy wykazały, że nowy procesor był dziesięciokrotnie szybszy od oryginalnego R-30⁹⁸. Maszyna była dużo mniejsza (procesor R-30 i jego główne moduły zajmowały trzy szafy, podstawowy system

94 Np. przedstawiony we wrześniu 1970 r. IBM System/370 Model 145 miał już pamięć RAM zrealizowaną w całości na monolitycznych układach scalonych, a nie rdzeniach ferrytowych.

95 We wspomnianych uwagach do niniejszego opracowania M. Greniewski podaje, że do samego końca produkcji Odry, czyli do 1983 r., Elwro kontynuowało współpracę z ICL – pracownicy Elwro odbywali praktyki w ICL i uzyskiwali pomoc w modernizacji Odry 1305.

96 Oryginalny komputer R-30 zaprojektowany przez instytut w Erewaniu zaczęto produkować w zakładach w Kazaniu w 1973 r. (V.V. Przhijalkovskij, *Istoričeskij obzor...*, dz. cyt.).

97 Projektowano i wytwarzano prototypy oraz niewielką liczbę m.in. adapterów międzymaszynowych, procesorów komunikacyjnych i innych urządzeń transmisji danych (WZE Elwro, *Program rozwoju i generalnych dostaw systemów komputerowych w WZE Mera-ELWRO 1976–1980*, Wrocław, WZE Elwro 1975). OBR pracował też nad koncepcjami następnych modeli – Odry 1305/2 (pracującej w sprzęgniętym układzie dualnym z adapterem międzymaszynowym) oraz Odry 1307 (kompatybilnej z dwuprocessorowym ICL 1907E z szybką sprzętową jednostką zmiennoprzecinkową). Nie było już mowy o maszynach Odra 1315 i Odra 1316, których produkcję miano rozpocząć w 1975 r., a które występowały w załączniku do *Instrukcji dla delegacji udającej się na rozmowy do Komisji Planowania ZSRR w sprawie współpracy w dziedzinie elektronicznych maszyn matematycznych* z 12 lutego 1968 r. (materiał niepublikowany).

98 Według wspomnień E. Bilskiego i B. Piwowara w testowym wykonaniu 1 mln operacji numerycznych (tzw. mieszanka Gibsona przygotowana przez Akademię Nauk CSRS) oryginalny R-30 osiągnął czas 70 s., zaś R-32 zaledwie 7 sek. Czas wykonania testu okazał się lepszy nawet od nominalnie najszybszej produkowanej wtedy maszyny serii JS – komputera R-40 produkcji zakładów Robotron (E. Bilski, B. Piwowar, *Historia Wrocławskich Zakładów Elektronicznych ELWRO (ciąg dalszy)*, http://pti.wroc.pl/html/pdf/historiaInformatyki/HistoriaELWRO_EBilski_BPiwowar.pdf [dostęp: 2.05.2012]).

R-30 wymagał ok. 110 m², procesor Elwro mieścił się w jednej szafie, a cały system na około 60 m²), miała niższe zużycie energii i wyższą niezawodność. Elwro pokazało ją oficjalnie na wystawie „EC-EBM-73” w Moskwie w lipcu 1973 r. Choć na poziomie kodu maszynowego była w pełni kompatybilna z IBM S/360, to jednak zmiany konstrukcyjne były tak duże, że doprowadziły do konfliktu. Projektantom Elwro zarzucono złamanie zatwierdzonych przez Komisję Międzyrządową reguł projektowania, przede wszystkim oparcie konstrukcji na komercyjnych układach scalonych TTL serii SN7400 – wtedy jeszcze importowanych⁹⁹, ale już nieobjętych zakazem COCOM-u. Notabene SN7400 bez zbytnich sprzeciwów ze strony kierownictwa projektu JS EMC zostały zastosowane w węgierskiej maszynie R-10, czechosłowackiej R-21, a także – obok radzieckich układów niskiej skali integracji Logika-2 – niemieckiej R-40. W listopadzie 1973 r. generalny konstruktor Jednolitego Systemu, A.M. Łarionow, zatwierdził jednak wrocławską wersję R-30 – jako R-32 (EC-1032).

Produkujące R-30 zakłady w Kazaniu zaczęły wtedy wprowadzać rozwiązania zastosowane w R-32 i w 1976 r. rozpoczęły produkcję zmodernizowanej maszyny jako R-33. Dziś w publikacjach rosyjskich (w tym V.V. Przhijalkovskiego, w latach 1977–1990 naczelnego konstruktora JS EMC) wyrażane są opinie, że nieuwzględnienie kierunku wskazanego przez projektantów Elwro było błędem – nie zmodyfikowano planów JS EMC w celu przejścia na nowocześniejsze podzespoły i nie forsowano rozbudowy produkcji takich układów scalonych. Niemal do końca serii RIAD-2 wszystkie maszyny produkowane w ZSRR i Bułgarii były skonstruowane na radzieckich układach niskiej skali integracji serii 155 (Logika-2) (Przhijalkovskij, 2011)¹⁰⁰.

Komputery produkowane w ramach systemu JS EMC przedstawione są w tabeli 5.

Tabela 5. Typoszeregi systemów JS EMC

Systemy serii RIAD-1

<i>System</i>	<i>Producent/kraj</i>	<i>Uwagi</i>
EC 1010, 1012	Videoton (Węgry)	Licencja CII Mitra-15, niekompatybilna z resztą systemu JS EMC, w latach 1971–1980 wyprodukowano kilka tysięcy szt.
EC-1020	ZIT Sofia (Bułgaria) Minskij Zavod EVM, Briestkij Elektromechanicheskij Zavod (ZSRR)	Produkowana w latach 1971–1975 w liczbie: Mińsk – 595 szt. Brześć – ok. 60 szt. Sofia – ok. 100 szt.
EC-1021	ZPA Čakovice (CSRS)	Modyfikacja EC-1020, m.in. z wykorzystaniem układów SN7400. Od 1973 r. do końca lat 70. wyprodukowano ok. 100 szt.

99 Później produkowane niemal we wszystkich krajach RWPG – w Polsce zakłady Unitra CEMI wytwarzały je pod nazwą UCY7400.

100 V.V. Przhijalkovskij, *Istoričeskij obzor...*, dz. cyt.

EC-1022	ZIT Sofia (Bułgaria) Minskij Zawod EVM, Briestkij Elektromechanicheskij Zawod (ZSRR)	Modernizacja EC-1020, produkowana w latach 1975–1982, w trzech zakładach powstało łącznie 3828 szt.
EC-1030	Kazanskij Zawod EVM (ZSRR)	Produkowana w latach 1973–1978, powstało 436 szt.
EC-1032	Elwro (Polska)	Modyfikacja EC-1030, produkowana w latach 1974–1983; wyprodukowano 153 szt.
EC-1033	Kazanskij Zawod EVM (ZSRR)	Modyfikacja EC-1030 produkowana w latach 1976–1983; powstały 1963 szt.
EC-1040	VEB Robotron Anlagebau Karl-Marx-Stadt (NRD) (ZSRR)	Produkowana w latach 1973–1981; powstało 380 szt.
EC-1050	VEB Robotron Drezno (NRD) Zawod EVM Penza (ZSRR)	W Penzie (ZSRR) produkowana w latach 1974–1978; powstało tam 87 szt. Pierwszy w ZSRR system zbudowany z układów scalonych ECL średniej skali integracji
EC-1052	Zawod EVM Penza (ZSRR)	Modernizacja EC-1050, produkowana w Penzie w latach 1978–1980; wyprodukowano 74 szt.

Systemy serii RIAD-2

<i>System</i>	<i>Producent/kraj</i>	<i>Uwagi</i>
EC-1015	Videoton (Węgry)	Modernizacja EC-1010/1012 wzorowana na systemie IBM 370/115/125, produkowana w niewielkiej liczbie w latach 1980–1988
EC-1025, EC-1026	BT-ZAVT Praha (CSRS)	Produkowane od 1979 r. do połowy lat 80. z wykorzystaniem układów SN7400
EC-1034	Elwro (Polska)	Modernizacja EC-1032, produkowana od 1987 r.
EC-1035	ZIT Sofia (Bułgaria) MPO Mińsk (ZSRR)	Modyfikacja EC-1033. W Mińsku produkowana w latach 1977–1986, wyprodukowano 2138 szt.
EC-1045	Kazanskij Zawod EVM, Erevanskij Zawod Elektron (ZSRR)	Produkowana w latach 1979–1988, łącznie wyprodukowano 1836 szt.
EC-1055	VEB Robotron Drezno (NRD)	Produkowana w latach 1980–1983, ok. 250 szt., zmodernizowana wersja EC-1055M wytwarzana w latach 1981–1986 w liczbie ok. 700 szt.; powstało też kilkadziesiąt sztuk specjalizowanych komputerów NEVA 1 i NEVA 1M bazujących na maszynach EC-1040 i EC-1055, do sterowania centralami telefonicznymi
EC-1056	VEB Robotron Drezno (NRD)	Produkowana w latach 1985–1988, ok. 120 szt.
EC-1060	MPO Mińsk (ZSRR)	Produkowana w latach 1977–1982, wyprodukowano 313 szt.
EC-1061	MPO Mińsk (ZSRR)	Modernizacja EC-1060. Produkowana w latach 1983–1988, wyprodukowano 566 szt.

Źródło: Sovet Virtualnogo Komputernogo Muzeya, *Semeystwo ES JVM*, 2011, http://www.computer-museum.ru/histussr/es_hist.htm [dostęp: 19.12.2012];

Robotrontechnik.de, *Grosse Rechner*, <http://www.robotrontechnik.de/index.htm?/html/standorte/rafena.htm> [dostęp: 24.11.2011];

Förderverein für die Technischen Sammlungen der Stadt Dresden e.V., *Überblick zur Geschichte des Kombines Robotron*, 2011, <http://robotron.foerderverein-tds.de/10.html>.

W odróżnieniu od pozostałych europejskich krajów RWPG, które (z wyjątkiem NRD) tuż przed przekształceniami ustrojowymi końca lat 80. zakończyły produkcję JS EMC na poziomie serii RIAD-2, w ZSRR, a potem w Federacji Rosyjskiej, w latach 1983–1997 kontynuowano prace nad kolejnymi edycjami kompatybilnymi kolejno z seriami IBM S/370, IBM 1130 oraz IBM S/390. W ramach serii RIAD-3 zakłady w Mińsku produkowały maszynę EC-1036 (w latach 1983–1989 łącznie 2073 szt.), w Kazaniu w latach 1984–1992 powstało ok. 800 systemów EC-1046, a w Kazaniu i Penzie w latach 1988–1993 łącznie 422 systemy EC-1066 i 16 szt. EC-1068. Ostatnia seria, RIAD-4 bazowała na maszynach IBM-1130, w latach 1989–1995 w Mińsku wyprodukowano 230 takich systemów. W latach 1995–1998 po pojedynczych egzemplarzach supermini (EC-1181, EC-1195) moskiewskie centrum badawczo-rozwojowe NICEVT wyprodukowało 20 szt. superserwerów EC-1220 klasyfikowanych jako maszyny RIAD-4 binarnie kompatybilne z systemem IBM S/390¹⁰¹. W NRD w latach 1987–1990 wyprodukowano nieznaną liczbę egzemplarzy maszyny EC-1057¹⁰².

4. Rola kopiowania architektur

Można w tym miejscu postawić pytanie o rolę, jaką klonowanie architektur zachodnich odegrało w ówczesnych próbach modernizacji gospodarki, którym towarzyszyły programy rozwoju przemysłu informatycznego oraz zastosowań informatyki.

4.1. Korzyści i koszty

Wydaje się, że „bezumowne” kopiowanie przyniosło stronom tej „transakcji” różne rezultaty. Z jednej strony sprawiło ono, że do końca lat 80. dwaj czołowi światowi producenci – IBM i DEC – odzegnawali się od oficjalnej współpracy z krajami naszego regionu Europy, najwyżej sprzedając pojedyncze komputery. Jak wspomniano (zob. przypis 15), próba negocjacji z IBM w latach 1975–1976 napotkała opór administracji amerykańskiej, choć ostateczną przyczyną fiaska negocjacji była interwencja ZSRR w Afganistanie. Z drugiej strony przykłady przemysłu japońskiego i południowokoreańskiego pokazują, że w tamtych warunkach nieuiszczanie opłat licencyjnych (zresztą niemal niemożliwe z uwagi na brak dewiz – zwłaszcza na takie „fanaberie” jak własności niematerialne i prawne) mogło przyczynić się do rozwoju danej branży kraju, który stosował pirackie rozwiązania. Choć daleko korzystniejsza byłaby oficjalna współpraca między „dawcami” a „biorcami”

101 Sovet Virtualnogo Komputernogo Muzeja, *Semejstwo ES JVM*, 2011, http://www.computer-museum.ru/histussr/es_hist.htm [dostęp: 19.12.2012].

102 W materiałach (Förderverein für die Technischen Sammlungen der Stadt Dresden e.V., *Überblick zur Geschichte des Kombimates Robotron*, 2011, <http://robotron.foerdereverein-tsd.de/10.html>) brakuje danych na temat wolumenu produkcji EC-1057, w rosyjskim serwisie Wirtualnego Muzeum Komputerowego (Sovet Virtualnogo Komputernogo Muzeja, *Semejstwo ES JVM*, 2011, http://www.computer-museum.ru/histussr/es_hist.htm [dostęp: 19.12.2012]) jest mowa o eksporcie do ZSRR do 100 sztuk rocznie przez 3–4 lata.

rozwiązań konstrukcyjnych i technologii produkcji, to jednak w ówczesnych warunkach w dużym zakresie była ona po prostu niemożliwa. „Pod barierą” przeslizgiwały się tylko licencje na poszczególne produkty informatyczne – głównie urządzenia peryferyjne (np. drukarki, monitory ekranowe). Polskie porozumienie z ICL oraz czeskie, węgierskie i rumuńskie licencje były raczej wyjątkami potwierdzającymi regułę.

Według specjalistów SzKI, węgierskiego instytutu, w którym opracowywano oprogramowanie JS EMC¹⁰³, zysk z adaptacji zachodniego systemu polegał na pozyskaniu całej architektury interfejsów oraz na standaryzacji zasad projektowania i produkcji podzespołów, modułów i urządzeń. Oczywiście byłby on większy w przypadku zastosowania scenariusza trzeciego (umowy licencyjnej). Obok takich korzyści decyzja o produkcji JS EMC miała jednak dla Polski i ówczesnej Czechosłowacji także skutki negatywne, zatrzymując ewentualny rozwój Odry oraz Tesli. W Czechosłowacji, nawet mimo przeniesienia nacisku z systemów Tesla 200/270 na produkcję EC-1021 (R-20A – zmodernizowana wersja R-20), z racji lepiej opanowanej technologii produkcji do końca 1974 r. wyprodukowano 95 systemów Tesla – ponad 3 razy więcej niż EC-1021. W Polsce, Czechosłowacji i na Węgrzech było już wtedy wielu programistów piszących oprogramowanie aplikacyjne w środowiskach systemowych Odry, Tesli i TPA, a także wykwalifikowanych techników zajmujących się sprzętem. Natomiast komputerów IBM S/360 było wtedy w Europie Wschodniej niewiele, podobnie jak znających je dostatecznie dobrze specjalistów. Decyzja o przejściu na JS EMC oznaczała utratę zgromadzonego kapitału intelektualnego. Problem ten zauważyli także autorzy¹⁰⁴ amerykańskiego opracowania z 1978 r.¹⁰⁵ Oprócz problemów wynikających z ogólnego zacofania przemysłu elektronicznego krajów RWPG oraz kłopotów z wzajemną kompatybilnością maszyn RIAD (nie mówiąc już o R-10) zwracali oni uwagę na brak oprogramowania użytkowego oraz kadr, które mogłyby takie oprogramowanie stworzyć, a także nieobecność struktur organizacyjnych zajmujących się wsparciem dla użytkowników systemów i pozyskujących od nich doświadczenia z eksploatacji oraz zgłoszenia potrzeb.

W środowisku byłych uczestników programu RIAD podnoszona jest też kwestia trafności samego wyboru źródła kopiowania. IBM S/360 nie był już wtedy ani optymalny z punktu widzenia produkcji, ani nowoczesny. Mimo zastosowania architektury bajtowej, uważanej za elastyczniejszą np. od słownej architektury systemu ICL 1900/Odra 1300, panowała opinia, że ówczesne systemy operacyjne S/360 (OS MVT i OS VS) mniej efektywnie wykorzystywały, za to dużo bardziej obciążały hardware komputera. Duże zapotrzebowanie na zasoby sprzętowe stanowiło dodatkową barierę wobec braków konfiguracyjnych JS EMC (niewielkie pojemności pamięci operacyjnej, ograniczenia liczby i pojemności

103 E. Kovács, *Az én SzKI-m (Executive Summary helyett)*, http://users.atw.hu/szki/bemutatkoz/szki/kovacs_ervin.pdf [dostęp: 8.03.2011].

104 N.C. Davis był pracownikiem Biura Wywiadu Naukowego CIA, S.E. Goodman – naukowcem z Wydziału Matematyki Uniwersytetu Princeton oraz Wydziału Matematyki Stosowanej i Informatyki, a także Ośrodka Studiów nad Rosją i Europą Wschodnią Uniwersytetu Wirginia.

105 N. Davis, S. Goodman, *The Sam Nunn School of International Affairs (Georgia Tech – Ivan Allen College)*, czerwiec 1978, <http://www.cistp.gatech.edu/programs/inter-diff-innov-info-tech/docs/The%20Soviet%20Bloc's%20Unified%20System%20of%20Computers.pdf> [dostęp: 18.08.2012].

pamięci dyskowych) spowodowanych ogólnymi opóźnieniami w ich produkcji w krajach RWPG. Natomiast za S/360 przemawiało upowszechnienie tego systemu na świecie (w latach 1965–1978 IBM wyprodukował łącznie kilkadziesiąt tysięcy tych komputerów) i ogromne zasoby oprogramowania użytkowego.

W *Raporcie Kilińskiego* podkreślano, że błędy w realizacji programów rozwoju informatyki doprowadziły do sytuacji, w której nie można było wykorzystać ani atutu, jakim było (legalne) oparcie rozwoju na oprogramowaniu ICL, ani możliwości (niezalegalizowanej) wykorzystania bogatego oprogramowania systemu IBM S/360. Korzyści takich nie wykorzystano zresztą w żadnym z krajów RWPG, gdyż uniemożliwiał to sztywny system rozdzielczo-nakazowy, a zwłaszcza niekorzystne zasady rozliczania produkcji oprogramowania¹⁰⁶. Nie pozwoliło to na realizację schematu znanego z krajów, które dołączały do czołówki poprzez kupowanie licencji (o ile było to możliwe), oraz kopiowanie rozwiązań (gdy nie było możliwości nabycia licencji), a następnie budowanie na takiej bazie własnych rozwiązań. Kopiowanie czołowych konstrukcji zachodnich w połowie lat 50. bardzo przyspieszyło modernizację japońskiego przemysłu motoryzacyjnego oraz mechaniki precyzyjnej (zegarki, aparaty fotograficzne). W okresie następującym tuż po wojnie wiodący producenci zachodni tych branż niechętnie udzielali formalnych licencji przemysłowi japońskiemu. W takiej sytuacji pierwsze dojrzałe konstrukcje aparatów fotograficznych tak znanych później producentów japońskich, jak Canon, Konica, Minolta, Nikon, Ricoh, Yashica, były rozwiązaniami skopiowanymi z przedwojennych lub pierwszych powojennych modeli niemieckich aparatów Leica, Contax i Rolleiflex. Podobną rolę w japońskim przemyśle motoryzacyjnym odegrały „nielicencyjne” kopie Austina (Nissan), Hillmana (Isuzu) i Renault (Hino). W latach 70. w podobny sposób postępowały firmy z Korei Południowej, kopiując japońską elektronikę, fotooptykę i konstrukcje motoryzacyjne.

Dodatkowym utrudnieniem była niewydolność współpracy gospodarczej „bratnich krajów”, która zdecydowanie zmniejszyła (by nie rzec – zniwelowała) korzyści płynące z podziału prac oraz unifikacji rozwiązań, bazy podzespołów i urządzeń. Wymiana towarowa w RWPG była realizowana na podstawie umów dwustronnych podpisywanych przez rządy. Wszystkie produkty musiały znaleźć się w protokołach tych umów (a poza tym nie tylko w planach i rozdzielnikach, ale i w rzeczywistej produkcji). Rubel – początkowo tzw. clearingowy, a od 1964 r. transferowy – był w praktyce tylko jednostką rozliczeniową umów dwustronnych bilansowanych w jednostkach naturalnych (towarach i usługach)¹⁰⁷.

106 Jak zauważa we wspomnianych uwagach M. Greniewski, zaliczanie tworzenia oprogramowania do produkcji było ogólną bolączką produkcji informatycznej w krajach RWPG – o wartości produkcji decydował koszt wsadu materiałowego, który w przypadku oprogramowania był niemal zerowy. Producentom sprzętu informatycznego nie opłacało się wytwarzać oprogramowania, bo z punktu widzenia rozliczania produkcji generowało to wręcz zbędne koszty.

107 W ograniczonym zakresie można było wykorzystywać dodatkowo saldo w rublach transferowych do rozliczania płatności z innymi krajami RWPG, ale w zasadzie tylko w transakcjach rozliczanych (ewentualnie kredytowanych) przez Międzynarodowy Bank Współpracy Gospodarczej RWPG. Nawet w ramach MBWG na początku lat 70. rozliczenia wielostronne obejmowały tylko 1,5% całości obrotów płatniczych rozliczanych w tym banku. W praktyce rubel transferowy był elementem przeliczeniowym stosowanym przy ustalaniu tzw. cen kontraktowych, będących efektem negocjacji, których celem było – obok zbilansowania wymiany towarowej – także ustalenie akceptowalnej relacji pieniądza narodowego obu negocjujących stron do rubla transferowego. Siła nabywcza

Czy gdyby nie wcześniejsze „państwowe piractwo”, po zmianie ustrojowej współpraca z producentami zachodnimi rozwinęłaby się szybciej? Mimo diametralnej zmiany ustrojowej w latach 1989–1990 w Europie Środkowo-Wschodniej ograniczenia COCOM-u z czasów zimnej wojny obowiązywały aż do roku 1994. Nie wydaje się, by IBM i DEC – niezależnie od ich pozycji rynkowych – odgrywały aż tak dużą rolę w konfiguracji militarno-politycznej, by fakt ich poszkodowania mógł opóźnić odblokowanie współpracy czy handlu produktami informatycznymi. Przyczyną kilkuletniego opóźnienia była raczej niepewność administracji amerykańskiej (bezsprzecznie mającej decydujący głos w organizacji COCOM, natomiast tradycyjnie niezbyt dobrze zorientowanej w drugorzędnych dla niej sprawach Europy Środkowej i Wschodniej) co do trwałości przemian ustrojowych oraz pozycji ZSRR w regionie w tym okresie. Można postawić tezę, że utrzymywanie ograniczeń aż do 1994 r. – w sytuacji, w której 3 października 1990 r. doszło do zjednoczenia państw niemieckich, w lipcu 1991 r. rozwiązano Układ Warszawski, we wrześniu 1991 r. odzyskały niepodległość republiki bałtyckie, przez cały 1991 r. trwało wycofywanie wojsk radzieckich z regionu, zaś 31 grudnia 1991 r. formalnie rozwiązał się Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich – było raczej efektem „bezwładności układu” niż świadomą decyzją USA i pozostałych członków COCOM-u. Tymczasem już od roku 1990 zachodnie firmy informatyczne odczuwały negatywne skutki ograniczeń eksportu, przegrywając na dynamicznie rosnącym wschodnioeuropejskim rynku komputerów PC z firmami z Singapuru, Tajwanu, Hongkongu, Malezji, których nie ograniczały restrykcje. Firmy z tych krajów bardzo szybko rozwinęły wtedy handel z Europą Środkową i Wschodnią, mimo że na przełomie lat 80. i 90. nie utrzymywały z regionem stosunków dyplomatycznych ani praktycznie, ani nawet formalnie (Hongkong, Tajwan).

4.2. Wybrane aspekty klonowania

Z perspektywy historycznej można stwierdzić, że najmniejszym problemem w wyborze „drogi na skróty” były ówczesne prawa własności intelektualnej. Mimo dysponowania dość dokładną dokumentacją dostarczaną użytkownikom przez ówczesnych producentów komputerów klonowanie architektury nie gwarantowało jednak pokonania problemów technicznych przy produkcji. Choć w tamtych czasach nabywcy systemów (w tym także IBM S/360) otrzymywali nawet kody źródłowe oprogramowania i systemu operacyjnego oraz szczegółowe schematy sprzętu w celu jego konserwacji, diagnostyki i drobnych napraw (np. wymiany uszkodzonych elementów elektroniki), to jednak nie była to technologiczna dokumentacja produkcyjna. Pojawiające się dziś pogłoski o tym, że maszyny serii RIAD powstały dzięki kradzieży dokumentacji produkcyjnej IBM przez KGB, należy uznać za tzw. miejskie legendy, podobnie jak analogiczne plotki dotyczące minikomputerów PDP firmy DEC. Znamienne, że informacji takich nie spotyka się we wspomnieniach

rubla transferowego w stosunku do tego samego towaru różniła się w zależności od tego, z jakim krajem zawarta była umowa (odchylenia wynosiły do 20%), ponieważ ceny tych samych produktów różniły się w zależności od stron umowy handlowej (J. Kaliński, *Rubel transferowy*, „Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego SGH Studia i Prace” 2013, nr 3, <http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KES/kwartalnik/Documents/jkaliński15.pdf>).

uczestników wstępnych faz projektu RIAD czy twórców klonów PDP, którzy musieli borykać się z problemami daleko poważniejszymi niż tylko zastępowanie elementów sprzętowych produkcji USA elementami dostępnymi w krajach RWPG. Trudno jest dziś ocenić, czy gdyby projektanci klonów dysponowali pełną dokumentacją technologiczną, wdrożenie systemów do produkcji trwałoby dużo krócej i poszłoby łatwiej. Problemy leżały gdzie indziej. Choć konieczność stosowania podzespołów i technologii dostępnych w krajach RWPG była dużym utrudnieniem, to jednak nie czyniła przedsięwzięcia niemożliwym do realizacji. Ówczesne zespoły projektowe potrafiły realizować transpozycję konstrukcji wynikającą z szacowanego wtedy na 5 do 10 lat opóźnienia technologicznego Europy Środkowej i Wschodniej w stosunku do krajów rozwiniętych. Taką transpozycją była Odra 1300, węgierska TPA czy czeska Tesla. Żadna z tych maszyn nie była realizowana w oryginalnej technologii stosowanej przez ICL, DEC czy Bull-GE, nie powstały więc na bazie dokumentacji technologicznych, a jedynie na podstawie opisów architektury logicznej i listy rozkazów oryginałów. Były one komputerami binarnie kompatybilnymi na poziomie kodu maszynowego i protokołów transmisyjnych, ale zbudowanymi przy użyciu innych układów i podzespołów, a także odmiennych konstrukcji ważnych bloków funkcjonalnych (np. mikroprogramowanie). Takie samo było założenie systemu JS EMC.

Do zaprojektowania maszyny binarnie kompatybilnej z architekturą PDP także nie trzeba było żadnych spektakularnych wyczynów wywiadowczych¹⁰⁸. W 1966 r. firma DEC opublikowała *The Small Computer Handbook*¹⁰⁹ – niemal 600-stronicowy dokładny opis architektury, listy rozkazów itp. We wstępie stwierdzono, że celem publikacji jest dostarczenie źródłowej wiedzy użytkownikom komputerów oraz studentom informatyki. Na podstawie tego podręcznika, a potem jego kolejnych edycji można było zaprojektować i zbudować działający komputer, jeśli tylko dysponowało się zdolnymi projektantami, stosownymi podzespołami oraz możliwościami technologicznymi.

W warunkach polityczno-gospodarczych naszego regionu głównym problemem w stworzeniu klona było:

- zaprojektowanie sprzętu w taki sposób, by potrafił go wyprodukować przemysł elektroniczny naszego regionu na ówczesnym poziomie rozwoju jego możliwości technicznych i technologicznych;
- wobec zakazów COCOM-u oraz braku dewiz na import z Zachodu – nie tylko dokonanie wspomnianej transpozycji na podzespoły produkcji RWPG, ale także zapewnienie ich dostaw w warunkach gospodarki niedoboru.

108 W opinii tej autor umocnił się w trakcie konferencji „High-Tech za żelazną kurtyną” zorganizowanej przez katowicki Oddział IPN oraz Muzeum Historii Komputerów i Informatyki w Katowicach (23–24 września 2015 r.). Projektanci polskich klonów PDP w rozmowach kulturalnych bardzo krytycznie oceniali wartość merytoryczną materiałów dostarczanych w latach 70. i 80. przez wywiad PRL. W ich opinii zdecydowana większość materiałów pozyskanych tą drogą była daleko mniej wartościowa niż dokumentacja dostarczana użytkownikom oryginalnych komputerów przez producentów – przede wszystkim z powodu nikłej wiedzy informatycznej tych, którzy je pozyskiwali.

109 Oryginalny podręcznik z 1966 r. dostępny jest pod adresem <http://highgate.comm.sfu.ca/pdp8/>, zaś jego edycja z 1972 r. – pod adresem https://www.grc.com/pdp-8/docs/PDP-8_Small_Computer_Handbook_1972.pdf [dostęp: 26.06.2015].

Zmiana paradygmatu zastosowań informatyki, wywołana pojawieniem się komputerów osobistych, sieci komputerowych i internetu, zasadniczo zmieniła okoliczności, możliwości i cele klonowania komputerów. Już w 1982 r., niedługo po otwarciu przez IBM architektury sprzętowej komputera IBM PC¹¹⁰ (który zadebiutował w sierpniu 1981 r.), pojawiły się „klony peceta”. Platforma systemowa wywodząca się historycznie od IBM PC, a nazywana od pewnego czasu „Wintel” (od Windows/Intel) zdominowała najpierw rynek komputerów osobistych, a potem także stacji roboczych i serwerów. Otwartość platformy, dostępność tanich komponentów i nieskomplikowana konstrukcja komputerów PC umożliwiły rozwój oficjalnej własnej produkcji (a ściślej – montażu) komputerów PC także w krajach naszego regionu. W niektórych z nich (Polska, Czechosłowacja, a od 1993 r. Czechy i Słowacja, Węgry, republiki bałtyckie) w połowie lat 90. lokalni montażyści (zwani assemblerami) zajmowali czołowe miejsca na krajowych rynkach komputerów osobistych¹¹¹. Zupełnie zmienił się też charakter nielicencjonowanego korzystania z oprogramowania – wobec powszechnej dostępności i niskich cen komputerów osobistych zjawisko nieprzestrzegania ochrony prawnoautorskiej oprogramowania w zasadzie przesunęło się do sfery konsumenckiej. Pojawiły się też modele licencjonowania oprogramowania w wariantach innych niż płatne, np. licencje nieodpłatne z ograniczeniami (shareware, adware, tylko do użytku niekomercyjnego) czy różne typy wolnych i otwartych licencji oprogramowania o otwartym kodzie źródłowym¹¹².

110 IBM zastrzegł sobie jedynie wyłączność swojej wersji oprogramowania BIOS (*Basic Input/Output System* – podstawowy system wejścia/wyjścia), ale niezależni producenci szybko stworzyli swoje BIOS-y metodą inżynierii wstecznej, bez naruszania patentów IBM.

111 Np. w latach 1995–1997 w Polsce w pierwszej dziesiątce pod względem sprzedaży było aż 5 firm polskich, w 1997 r. pierwsze trzy miejsca zajmowały Optimus, NTT System i JTT Computer (Computerworld IDG, *Rynek PC w Polsce w 1996 r.*, [w:] *TOP 200 – Polski rynek komputerowy i telekomunikacyjny 1997*, 1997, s. 66; B. Szafranski, *Rynek PC w Polsce w 1997 roku*, [w:] *Raport Teleinfo 500 – Polski rynek teleinformatyczny 1997*, 1998, s. 64–74). W latach 1996–2000 udział rynkowy największych polskich assemblerów wahał się od 34 do 37%, tzw. małego montażu (do 1000 szt. rocznie) wynosił 40–45%, zaś producentów zagranicznych – od 19 do 25% (T. Kulisiewicz, L. Maciejewski, *Pecety – prosty wskaźnik*, [w:] *Raport Teleinfo 500 – Polski rynek teleinformatyczny 2000*, t. 1, 2001, s. 86–91).

112 <https://fwioo.pl/media/attachments/wolne-licencje-rider-pl-en.pdf> [dostęp: 29.11.2015].

Bibliografia

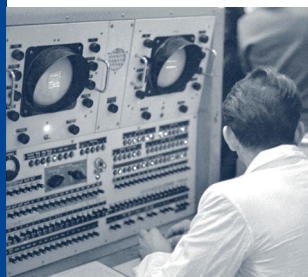
- Baltac V., Gligor H., *Some Key Aspects in the History of Computing in Romania*, <http://www.cepis.org/media/SomeKeyAspectsintheHistoryofComputersinRomaniafinalversion1.pdf> [dostęp: sierpień 2014].
- Beijing Municipal Association for Science & Technology, *A Brief History of the development of Chinese Computer (1956–2006)*, <http://www.nobelkepu.org.cn/english/honors/198379.shtml> [dostęp: 13.11.2008].
- Bezpałko J., *Historia Zakładów Mechaniczno-Precyzyjnych MERA-Błonie 1953–2003*, Błonie, Towarzystwo Przyjaciół Ziemi Błońskiej 2010.
- Bilski E., Kamburelis T., Piwowar B., *Okres komputerów ODRA 1300 – Wrocławskie Zakłady Elektroniczne*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/bilski2.pdf> [dostęp: styczeń 2010].
- Bilski E., Piwowar B., *Historia Wrocławskich Zakładów Elektronicznych ELWRO (ciąg dalszy)*, http://pti.wroc.pl/html/pdf/historiaInformatyki/HistoriaELWRO_EBilski_BPiwowar.pdf [dostęp: 02.05.2012].
- Bobrowska E., *Przemysł komputerowy*, „Komputer” 1986, nr 4.
- Boyanov K., *Bulgarian Computing Industry, a Brief History*, Segedyn, NJSZT 2014.
- Castells M., *Koniec tysiąclecia*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 2009.
- Chandler Jr. A.D., *Inventing the Electronic Century: The Epic Story of the Consumer Electronics and Computer Industries*, Cambridge–London, Harvard University Press 2005.
- Computerworld IDG, *Rynek PC w Polsce w 1996 r.*, [w:] *TOP 200 – Polski rynek komputerowy i telekomunikacyjny 1997*, 1997.
- Cortada J.W., *IBM, NCR, Burroughs and Remington Rand and the Industry They Created, 1865–1956*, Princeton, Princeton University Press 1993.
- Cupitt R., Grillot S., *COCOM Is Dead, Long Live COCOM: Persistence and Change in Multilateral Security Institutions*, lipiec 1997, <http://sites.miiis.edu/exportcontrols/files/2009/02/cupittgrillot.pdf> [dostęp: 11.02.2015].
- Davis N., Goodman S., *The Sam Nunn School of International Affairs (Georgia Tech – Ivan Allen College)*, czerwiec 1978, <http://www.cistp.gatech.edu/programs/inter-diff-innov-info-tech/docs/The%20Soviet%20Bloc's%20Unified%20System%20of%20Computers.pdf> [dostęp: 18.08.2012].
- Filinov E.N., *Sistema malých EVM*, 2010, http://www.computer-museum.ru/histussr/sm_evm.htm.
- Förderverein für die Technischen Sammlungen der Stadt Dresden e.V., *Überblick zur Geschichte des Kombimates Robotron*, 2011, <http://robotron.foerderverein-tsd.de/10.html>.
- Greniewski M., *Komputery Odra-1300*, [w:] *Strategie informatyzacji*, red. Z. Szyjewski, J.S. Nowak i J.K. Grabara, Katowice, PTI 2006.
- Grzywak A., Suchorończak Z., *Rozwój systemów mikrokomputerowych na przykładzie Mery-60 (SM-1633)*, „Informatyka” 1983, nr 2.
- ICT/Metronex, Appendix I to the Agreement of 20 July 1967 between ICT and METRONEX.
- Jerszow A., *Rozwój komputeryzacji w ZSRR*, „Informatyka” 1975, nr 3.

- Jezierska-Ziemkiewicz E., Ziemkiewicz A., *Ocalić od zapomnienia...*, [w:] *Spółeczeństwo informacyjne – Krok naprzód, dwa kroki wstecz*, red. W.P. Sienkiewicz, J.S. Nowak, Katowice, PTI Oddział Górnośląski 2009.
- Jodko M., *Langeego wizja gospodarki socjalistycznej*, „Rocznik Naukowy GWSH Studia Gdańskie” 2007.
- Kaliński J., *Rubel transferowy*, „Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego SGH Studia i Prace” 2013, nr 3, <http://kolegia.sgh.waw.pl/pl/KES/kwartalnik/Documents/jkalinski15.pdf>.
- Kamburelis T., *Maszyna cyfrowa Odra 1305*, grudzień 1971, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=458.
- Kiliński A., *Raport – Ocena polskiego przemysłu komputerowego w latach 1971–1980 oraz stanu zaspokojenia potrzeb informatyki przez ten przemysł*, „Informatyka” 1981, nr 9–10.
- Komitet Nauki i Techniki – Krajowe Biuro Informatyki, *Informacja o planach rozwoju informatyki na 1972 rok na tle resortowych i regionalnych programów rozwoju informatyki na lata 1972–1975*, Warszawa, Komitet Nauki i Techniki 1971.
- Kornai J., *Niedobór w gospodarce*, Warszawa, PWE 1985.
- Kovács E., *Az én Szki-m (Executive Summary helyett)*, http://users.atw.hu/szki/bemutakozas/szki/kovacs_ervin.pdf [dostęp: 8.03.2011].
- Kulisiewicz T., Maciejewski L., *Pecety – prosty wskaźnik*, [w:] *Raport Teleinfo 500 – Polski rynek teleinformatyczny 2000*, t. 1, 2001.
- Levin V.K., *Ocherk ostanovki Edinnoj sistemy EVM*, http://www.computer-museum.ru/histussr/es_levin.htm [dostęp: 24.02.2004].
- Lukács J., *TPA történet – Lyukszalagtól az informatikáig*, 2003, <http://www.mek.oszk.hu/07400/07472/07472.pdf>.
- Marciński W., *MERA-300 – Mistrzostwa Europy w Lekkoatletyce*, lipiec 1975, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=459.
- Németh P., *Pótlapok az SZKI történetéhez*, lipiec 2005, http://users.atw.hu/szki/bemutakozas/szki/nemeth_pal.pdf [dostęp: 18.08.2012].
- Office of Technology Assesment, Congress of United States, *Technology and East-West Trade*, listopad 1979, <http://ota.fas.org/reports/7918.pdf> [dostęp: 10.05.2015].
- Przhijalkovskiy V.V., *Istoricheskij obzor semeystwa JS EVM*, 2011, http://www.computer-museum.ru/histussr/es_hist.htm [dostęp: 18.12.2012].
- Robotrontechnik.de, *Grosse Rechner*, <http://www.robotrontechnik.de/index.htm?/html/standorte/rafena.htm> [dostęp: 24.11.2011].
- Sovet Virtualnogo Komputernogo Muzeya, *Semeystwo ES JVM*, 2011, http://www.computer-museum.ru/histussr/es_hist.htm [dostęp: 19.12.2012].
- Stanek H., *Co wynika z analizy programu produkcji Elwro w latach 1959–1993?*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/strona59.html> [dostęp: kwiecień 2010].
- Stanek H., *Militarny sprzęt komputerowy produkcji ELWRO użytkowany w systemach radiolokacji aktywnej i pasywnej*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/tamara.pdf> [dostęp: wrzesień 2010].

- Szabó J., *Szemelvények a hazai képfeldolgozás (b)őskorából*, http://www.mant.hu/dokumentumok/szabojozsef_visszaemlekezés_hoskor_mod_20110427.pdf [dostęp: maj 2004].
- Szafrański B., *Rynek PC w Polsce w 1997 roku*, [w:] Raport *Teleinfo 500 – Polski rynek teleinformatyczny 1997*, 1998.
- Urbanek A., *SKOK – nieznaną ODRA 1300*, 18.09.2007, <http://www.networld.pl/news/123980/SKOK.nieznaną.ODRA.1300.html> [dostęp: 19.08.2012].
- Urbanek A., *Jak powstawała seria Odra 1300 – wspomnienia konstruktora maszyn cyfrowych w ELWRO*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/urbanek.pdf> [dostęp: 25.01.2010].
- Urbanek A., *Wyłączono ostatni komputer Odra w Polsce!*, http://www.computerworld.pl/news/358487_2/Wyłączono.ostatni.komputer.Odra.w.Polsce.html [dostęp: 3.05.2010].
- Vlček J., *Informatyka w Czechosłowacji*, [w:] A.T. Bielewcew, J. Dańda, I. Malerczyk-Dańda T. Pongrącz, J. Vlček, *Informatyka w krajach RWPG*, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1977.
- Wrzesień R., *Opracowania dotyczące informatyki polskiej*, 1974, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=495 [dostęp: 11.05.2013].
- WZE Elwro, *Program rozwoju i generalnych dostaw systemów komputerowych w WZE Mera-ELWRO 1976–1980*, Wrocław, WZE Elwro 1975.
- Zadrzyński E., *Elektroniczne maszyny cyfrowe – niezbędne narzędzie zarządzania*, 1966, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=536.
- Zespół Antoniego Kilińskiego, *Ocena polskiego przemysłu komputerowego 1971–1980*, „Informatyka” 1981, nr 9–10.
- Zespół Antoniego Kilińskiego, *Ocena przedsięwzięcia K-202*, „Informatyka” 1981, nr 9–10.
- Zuber R., *Moje wspomnienia o ELWRO*, <http://www.elwrowcy.republika.pl/strona11.html> [dostęp: 12.08.2012].
- Żymelka K.K., *Minikomputer PRS-4 – Wspomnienia konstruktora*, http://www.historiainformatyki.pl/?wpfb_dl=425 [dostęp: 2008].

W czwartek, 23 grudnia 1948 r., w gmachu Fizyki Doświadczalnej przy ul. Hożej w Warszawie, z inicjatywy wybitnego topologa, profesora Uniwersytetu Warszawskiego, dyrektora świeżo organizowanego Państwowego Instytutu Matematycznego (PIM) Kazimierza Kuratowskiego spotkało się kilku przyszłych pionierów elektronicznych maszyn liczących. Byli to, oprócz inicjatora spotkania, profesor Andrzej Mostowski – matematyk zajmujący się głównie logiką matematyczną i algebrą, doktor Henryk Greniewski – matematyk i logik, a także trzech młodzi inżynierowie po studiach na Politechnice Gdańskiej – Krystyn Bochenek, Leon Łukaszewicz i Romuald Marczyński, późniejsi profesorowie.

Profesor Kuratowski podzielił się z zebranymi swoimi wrażeniami z naukowego pobytu w USA. Był pod wrażeniem elektronicznych maszyn liczących, które widział za oceanem, i uważał, że chociaż jedna taka maszyna powinna być zbudowana w naszym kraju. W rezultacie tego spotkania zapadła decyzja o powołaniu w ramach PIM Grupy Aparatów Matematycznych (GAM) w wyżej wymienionym składzie, pod kierunkiem Henryka Greniewskiego.



ISBN 978-83-60810-87-3

