

Eugeniusz Bilski

Wrocławskie Zakłady Elektroniczne (WZE) ELWRO:

Okres m.c. typu ODRA

W referacie przedstawione są produkty z dziedziny techniki komputerowej oraz ich twórcy, w okresie od powstania WZE ELWRO do przełomu lat 60/70. Taki przedział czasu przyjęty został na spotkaniu zorganizowanym przez PTI, na którym wyłoniono Komitet Programowy i Komitet Organizacyjny jubileuszowej konferencji z okazji 40-lecia polskiej informatyki. Uznano, że późniejsza historia wymaga większego dystansu czasu, aby można było obiektywnie ocenić fakty i ludzi. Referat nie pretenduje do roli pierwszego rozdziału historii WZE ELWRO; obszerną i szczegółową historię początkowego oraz dalszych okresów, opracowuje zawodowy kronikarz zatrudniony w ELWRO. Referat został napisany w oparciu o materiały techniczne z tego okresu (założenia techniczne, wyniki badań, plany i sprawozdania), znajdujące się w archiwum ELWRO oraz notatki i pamięć autora. Zakres przekazanych tu informacji wynika z ograniczonej objętości referatu.

Wprowadzenie

W dniu 6 lutego 1959 r. podpisany został akt erekcyjny Wrocławskich Zakładów Elektronicznych ELWRO (obecna nazwa Zakłady Elektroniczne ELWRO). Akt erekcyjny podpisał ówczesny Minister Przemysłu Ciężkiego, prof. Kiejstut Zemaitis. Uzasadnieniem powołania tego typu zakładu we Wrocławiu był fakt wystąpienia nadwyżki kadry technicznej - absolwentów Wydziału Łączności Politechniki Wrocławskiej - nie mogącej znaleźć zatrudnienia w wyuczonym zawodzie, a także potrzeba powołania zakładów kooperacyjnych dla dużych zakładów Zjednoczenia UNITRA, takich jak Warszawskie Zakłady Telewizyjne i Zakłady Radiowe DIORA. Pierwszym dyrektorem naczelnym WZE ELWRO został Marian Tarnkowski, poprzednio Główny Technolog w Warszawskich Zakładach Telewizyjnych, a dyrektorem technicznym Mieczysław Bazewicz. Dyrektor

Tarnkowski "przywiózł" ze sobą z Warszawy: Głównego Konstruktora - Zbigniewa Malinowskiego, Głównego Technologa - Jana Bogo oraz Głównego Ekonomistę - Wacława Wosika; byli to ludzie, którzy posiadali już duże doświadczenie w organizacji produkcji w branży elektronicznej. Zarówno dyrekcja jak i środowisko naukowe Wrocławia, byli od początku zgodni w tym, że WZE ELWRO będzie fabryką maszyn matematycznych. Do uruchomienia produkcji tych maszyn była jednak jeszcze daleka droga, a reguły ekonomiki przemysłu wymagały szybkiego uruchomienia produkcji czegoś co dawałoby utrzymanie całej załódze. Wybór padł na przełączniki kanałów do odbiorników telewizyjnych, których produkcji pozbyły się Warszawskie Zakłady Telewizyjne. Produkcja seryjna tego wyrobu rozpoczęła się we wrześniu 1959 r. W następnych latach, asortyment produkcji rozszerzono o głowice UKF dla Zakładów Radiowych DIORA oraz zespoły odchyłania do odbiorników telewizyjnych. W 1961 r. uruchomiona została produkcja urządzeń i systemów automatyki przemysłowej, która jest kontynuowana do dziś. W cieniu tak zorganizowanej produkcji seryjnej, dającej zyski ekonomiczne, rozpoczęły się prace nad maszynami cyfrowymi.

Pierwsze kroki w technice komputerowej

W 1959 r. we Wrocławiu, w technice komputerowej zorientowanych było zaledwie kilka osób, skupionych wokół prof. Jerzego Bromirskiego w Politechnice Wrocławskiej. Natomiast środowisko warszawskie posiadało już trzy silne zespoły, które były w trakcie budowy użytkowych modeli maszyn cyfrowych (patrz poprzednie referaty). Słusznie więc uznano, że najlepszym wyjściem będzie przeszkolenie tam inżynierów i matematyków, mających zająć się techniką komputerową. Utworzone zostały dwie grupy, z których jedna była szkolona w zakładzie Aparatów Matematycznych PAN, pod kierownictwem, wówczas docenta, Leona Łukaszewicza, a druga w Instytucie Badań Jądrowych PAN pod kierownictwem, wówczas również docenta, Romualda Marczyńskiego. Łącznie w szkoleniu wzięło udział kilkanaście osób: elektroników, matematyków -

programistów oraz konstruktorów mechaników. Przeszkolenie to miało decydujące znaczenie dla szybkiego rozpoczęcia w WZE ELWRO prac konstrukcyjnych nad maszynami cyfrowymi. Po powrocie obu grup ze szkolenia, utworzony został w Biurze Konstrukcyjnym jeden zespół, który przystąpił do prac nad wykonaniem maszyny cyfrowej; kierownikiem zespołu był początkowo prof. Jerzy Bromirski, a następnie Zbigniew Wojnarowicz. Początkowo miał to być przelicznik S-1, opracowany w ZAM przez zespół Jerzego Gradowskiego. Do WZE ELWRO przekazana została dokumentacja logiczna przelicznika oraz opracowanie elementów podstawowych w postaci publikacji naukowych; nie była to zatem dokumentacja konstrukcyjna. Konstruktorzy ELWRO, sporządzając dokumentację konstrukcyjną, postanowili wprowadzić nowszą technikę; zdecydowano się na zastąpienie niektórych układów lampowych, układami tranzystorowymi, opartymi na tranzystorach i diodach krajowych. Spowodowało to konieczność wprowadzenia pewnych zmian w schematach logicznych. W ten sposób rozpoczęła się budowa modelu m.c. Odra 1001. Konstrukcja bębna pamięci dla tej maszyny oparta była na rozwiązaniu doc. Romualda Marczyńskiego z IBJ PAN; tu wprowadzono również zmiany udoskonalające - zwiększono jego pojemność z 512 do 2048 słów. Opracowano też nową 20-krotną łączówkę. O tempie prac świadczą następujące daty: założenia techniczne - kwiecień 1960, zakończenie montażu - grudzień 1960, uruchomienie - czerwiec 1961. Kończąc uruchomienie Odry 1001 zdawano sobie sprawę z tego, że nie nadaje się ona do produkcji seryjnej; zbyt duża była zawodność maszyny. Dlatego już w maju 1961 r. opracowano założenia techniczne na m.c. Odra 1002; przyjęto wyższe parametry techniczne (Tabela 1) i poprawiono konstrukcję elementów podstawowych (rozpoczęto sztuczne starzenie tranzystorów i diod, staranną ich selekcję oraz dokładne sprawdzanie pakietów). W grudniu 1961 r. zakończono montaż Odry 1002, a w czerwcu 1962, jej uruchomienie. Niezawodność Odry 1002 była większa niż Odry 1001; oceniono, że jest ona jednak niewystarczająca tym bardziej, że w trakcie produkcji seryjnej marginesy pracy uległyby w naturalny sposób

zawężeniu. Tak więc również Odra 1002 nie znalazła się w produkcji. Jej egzemplarz znajduje się obecnie w Muzeum Techniki. Obserwując prace nad Odrą 1001 oraz początkowe prace nad Odrą 1002, dyrekcja WZE ELWRO doszła w połowie 1961 r. do wniosku, że z istniejących w kraju modeli maszyn cyfrowych, do produkcji nadaje się tylko m.c. UMC-1, opracowana w Zakładzie Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii Politechniki Warszawskiej. Profesor Antoni Kiliński kierownik Zakładu, wyraził zgodę na produkcję UMC-1 w WZE ELWRO. W celu uruchomienia produkcji w WZE ELWRO powołany zespół konstrukcyjno-technologiczny pod kierownictwem autora tego referatu; w skład zespołu weszli: Jan Bocheński (), Stanisław Gacek (), Zbigniew Krukowski, Stanisław Lepetow, Andrzej Niżankowski i Henryk Pluta; w trakcie prac doszło jeszcze dwóch absolwentów Politechniki Wrocławskiej: Bronisław Piwowar i Jerzy Pacholarz. Ze strony Politechniki Warszawskiej czynny udział w uruchomieniu produkcji wzięli następujący pracownicy: Jerzy Połoński, Jerzy Szewczyk (), Terlecki oraz panie Łacka i Pajkowska. W 1962 r. zmontowane zostały 4 szt. UMC-1, w tym jedna z maszyn została uruchomiona; ilości w następnych latach przedstawia Tablica 2. Warto zwrócić uwagę, że jedna z maszyn została wyeksportowana do Węgier. Montaż i uruchomienie tych maszyn odbywał się już nie w laboratoriach badawczych, lecz na wydziale produkcyjnym, wyposażonym w urządzenia technologiczne do starzenia, selekcji i pomiarów, elementów i podzespołów maszyny; była to jedna z pierwszych i nielicznych w Europie, przemysłowa produkcja maszyn cyfrowych. Pierwsza maszyna UMC-1 została zainstalowana w Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie, gdzie umiano ją dobrze wykorzystać, dzięki współpracy z Politechniką Warszawską. Równolegle z uruchomieniem produkcji UMC-1, w Biurze Konstrukcyjnym opracowywano model m.c. Odra 1003; była to już konstrukcyjna dojrzała, posiadająca pełne walory użytkowe oraz uwzględniająca wymogi technologiczne produkcji seryjnej. Zmieniona została technika realizująca podstawowe układy logiczne, zastosowano nową pamięć bębnową o dwukrotnie większej pojemności i radykalnie zmniejszono wymiary maszyny.

Model został wykonany w grudniu 1962 a prototyp w w 1963 r. W 1964 r. rozpoczęto produkcję tej maszyny, a w 1965 jej eksport do krajów RWPG.

Okres sukcesów na rynkach RWPG

W 1966 r. produkowano już Odrę 1013, która oprócz pamięci bębnowej posiadała pamięć ferrytową o pojemności 256 słów. Dzięki temu uzyskano dwa razy większą szybkość niż w Odrze 1003. W tym czasie była to jedna z najlepszych maszyn w RWPG; z ogólnej liczby 84 wyprodukowanych maszyn, 53 zostały wyeksportowane. Twórcami m.c. Odra 1001, Odra 1002, Odra 1003 i Odra 1013 byli, w zakresie: logiki - Thanasis Kamburelis, techniki układów logicznych - Andrzej Zasada, pamięci początkowo bębnowej a później ferrytowej - Janusz Książek, konstrukcji mechanicznej - Jakub Markiewicz, konstrukcji bębnow i łączówek - Andrzej Niżankowski. Całość prac koordynował sprawnie Jan Markowski, który był jednocześnie koordynatorem współpracy konstruktorów z technologami, normalizacją i produkcją.

W 1966 r. ELWRO zmontowało dwie maszyny ZAM-21, w oparciu o dokumentację z IMM; do prac powołano osobną grupę konstrukcyjną (podobnie jak do UMC-1), pod kierownictwem Heliodora Stanka. W trakcie uruchamiania tych maszyn okazało się, że posiadają one dużą zawodność spowodowaną, podobnie jak w Odrze 1002, wąskimi marginesami pracy (napięciowymi i termicznymi). Wiadomo było, że jeżeli egzemplarze, budowane przez konstruktorów ELWRO oraz twórców z IMM, posiadają te wady, to egzemplarze montowane seryjnie będą miały jeszcze węższe marginesy pracy. Po rozważeniu wszystkich argumentów za i przeciw, Komisja Oceny Maszyn uznała, że podjęcie produkcji seryjnej ZAM-21 jest zbyt ryzykowne, a poprawianie konstrukcji nieopłacalne.

Równolegle z grupą konstruktorów ELWRO zajmującą się m.c. ZAM-21 w 1966 r. odrębna grupa przygotowywała wspólnie z Wojskową Akademią Techniczną, produkcję maszyn analogowych ELWAT-1; jej twórcą był Józef Kapica. Grupą konstruktorów w

ELWRO kierował Andrzej Myszkier, a w skład grupy wchodził Ewald Macha i Jerzy Banel, asystenci Politechniki Wrocławskiej, oddelégowani do WZE ELWRO na staż przemysłowy. Już w następnym, 1967 r., wyprodukowano dużą serię tych maszyn (Tablica 2). Zapotrzebowanie na maszyny analogowe okazało się niewielkie, dlatego nie podejmowano nowych konstrukcji, a produkcję m.a. ELWAT-1 zakończono w 1969 r.

Równolegle z pracami nad maszynami ZAM-21 i ELWAT-1, trwały prace nad m.c. Odra 1204. Założone parametry techniczne i ekonomiczne, znacznie przewyższały parametry Odry 1013; była to pierwsza w Polsce maszyna mikroprogramowana, dzięki czemu część centralna maszyny była mała, mimo że miała rozbudowaną listę rozkazów. Zastosowano nową szybką technikę oraz dużą, jak na owe czasy, pamięć ferrytową - 16 kśłów. Konstruktorami Odry 1204 byli konstruktorzy Odry 1003 i Odry 1013 oraz grupa nowych inżynierów, w tym: Bronisław Piwowar, Alicja Kuberska, Adam Urbanek a także Bogdan Kasierski, Ryszard Fudala oraz panie Hetnał i Węgrzynek - absolwenci Politechniki Warszawskiej, wychowankowie prof. Antoniego Kilińskiego. Głównym architektem maszyny był Thanasis Kamburelis. Ludzi tych cechowało wielkie zaangażowanie i ofiarność w pracy zawodowej. Odra 1204 w odróżnieniu od poprzednich, posiadała system operacyjny i Język Adresów Symbolicznych (JAS), opracowany przez Teodora Mikę, Mieczysławę Piernikowską i Lidie Zajkowską, oraz translator ALGOL-u opracowany przez zespół prof. Stefana Paszkowskiego z Uniwersytetu Wrocławskiego; główną rolę w tym zespole odegrał Jerzy Szczepkiewicz. Była to znowu jedna z najlepszych maszyn w RWPG. Łącznie w latach 1968-1972 wyprodukowano 179 tych maszyn, z tej liczby wyeksportowano 114 sztuk. Nie obeszło się jednak bez kłopotów. Dyrekcja popełniła błąd w planowaniu na rok 1967. Zdecydowano, że w III kw. zakończona zostanie produkcja Odry 1013 (nie uwzględniając protestów METRONEX'u, który miał licznych odbiorców tych maszyn za granicą); w IV kw. 1967, miała być wykonana pierwsza seria produkcyjna Odry 1204. Maszyn tych nie udało się uruchomić przed końcem roku, co spowodowało nie wykonanie planu produkcji w 1967 r. oraz

znaczące skutki finansowe (w tym premiowe) dla załogi. Gdyby "poślizg" wystąpił w trakcie roku, to praktycznie nie byłoby kłopotów. Od tego czasu unikano rozpoczynania produkcji nowych wyrobów w ostatnim kwartale roku. Rozliczanie zakładów przez zjednoczenia było wówczas stosowane rygorystycznie.

Wszystkie omówione wyżej maszyny stosowane były prawie wyłącznie do obliczeń naukowo-technicznych. Już w 1961 r. utworzony został Ośrodek Zastosowań Maszyn Cyfrowych (OZMC); jego kierownikiem został Roman Zuber, a wyróżniającymi się pracownikami: Julian Dąbowy, Andrzej Czyłok, Teodor Mika, Piotr Kremienowski i Stanisław Tomaszewski. Przygotowali oni obszerną bibliotekę programów i podprogramów dla Odry 1003 1013 oraz wspólnie z doc. Stefanem Paszkowskim, autokod MOST-1. Przed wprowadzeniem autokodu, wszystkie programy użytkowe pisane były w języku wewnętrznym. Programiści OZMC opracowywali programy użytkowe, udzielali konsultacji programistom użytkowników maszyn oraz z dużym powodzeniem demonstrowali walory maszyn na licznych targach i wystawach, krajowych i zagranicznych. Szczególnie spektakularne było pisanie programów na imprezach międzynarodowych, w trakcie trwania imprez, celem porównania parametrów maszyn ELWRO z parametrami maszyn innych krajów RWPG; w tym czasie byliśmy naprawdę w czołówce. W 1965 r. OZMC przekształcony został w OPZMC (Ośrodek Prób i Zastosowań Maszyn Cyfrowych) i wtedy rozpoczęte zostały prace nad zastosowaniami maszyn do zarządzania. Kierownikiem OPZMC został prof. Bronisław Pilawski. W 1968 r. powołane zostały Biuro Handlu Zagranicznego (BHZ) - dyrektorem BHZ był Jerzy Chełchowski, oraz Zakład Obsługi M.C. ELWRO-SERVICE. Obie jednostki powstały z inicjatywy, drugiego w kolejności (od 1963 r.) dyrektora WZE ELWRO, Stefana Rylskiego. Tworzenie jednostek tego typu przy dużych przedsiębiorstwach jest upowszechniane dopiero teraz. Zwiększająca się liczba maszyn u użytkowników oraz brak grupy serwisowej, powodowały konieczność wyjazdów konstruktorów do napraw u użytkowników; groziło to zahamowaniem prac nad nowymi konstrukcjami. W 1965 r. powstała grupa serwisowa, którą następnie przekształcono w Zakład.

Kierownikiem Zakładu serwisowego został Jarosław Adamczyk; rozbudował on szybko Zakład, tworząc filie w Warszawie, Moskwie, Berlinie i Pradze. Wyróżniającymi się pracownikami serwisu byli: Kazimierz Mazurkiewicz, Marek Snowerski i Zenon Kruszel. Inicjatywa i jej wykonanie, w sprawie BHZ i Zakładu serwisowego, odegrały i dalej odgrywają istotną rolę w funkcjonowaniu ELWRO.

Oprócz kompletnych zestawów m.c., WZE ELWRO produkowało seryjnie czytniki taśmy papierowej oraz bębny pamięci magnetycznej. Szczególnie udana była konstrukcja bębna BW-6, opracowana w IMM przez zespół Nowaka; stanowiły one wyposażenie Odry 1204 i były eksportowane do kilku krajów RWPG.

Technologia

Produkcja seryjna, tak złożonych urządzeń jak maszyny cyfrowe, była niemożliwa bez dobrej technologii i aparatury kontrolno-pomiarowej. Rozumieli to dobrze już pierwszy dyrektor techniczny Mieczysław Bazewicz oraz jego następcy (od 1966 r.) autor tego referatu, organizując i rozwijając dział Głównego Technologa, Dział Przyrządów Pomiarowych oraz Narzędziownię. Do ważniejszych, wdrożonych wówczas procesów technologicznych należą:

- toczenie i pokrywanie nośnikiem bębnow pamięci;
- produkcja głowic do bębnow;
- wielkoseryjna produkcja łączówek;
- lutowanie pakietów na fali stojącej;
- kontrola połączeń w panelach i ramach;
- szycie płytów pamięci ferrytowej.

Głównymi twórcami technologii w ZWE ELWRO byli: Jan Bogo, Andrzej Niżankowski, Andrzej Musielak, Wasyl Potocki, Jan Romer i Halina Mrozińska.

Opracowanie i budowa elektronicznych przyrządów pomiarowych stanowi jeden z warunków seryjnej produkcji maszyn; bez dokładnej kontroli wszystkich elementów i podzespołów maszyny, jej uruchomienie jako produktu finalnego byłoby wręcz

niemożliwe. Do najważniejszych, opracowanych w tamtych czasach, przyrządów pomiarowych należą:

- przyrząd do kontroli pamięci bębnowej;
- przyrząd do kontroli pakietów logicznych i technicznych;
- przyrząd do kontroli ramek pamięci ferrytowej;
- przyrząd do kontroli pamięci operacyjnej;
- przyrząd do kontroli pamięci stałej;
- symulator kanałów.

Kierownikiem Działu Przyrządów Pomiarowych był początkowo Michał Łogwin (), a następnie Rufa Maćkowiak; podstawową kadrę konstruktorów stanowili: Jerzy Markiewicz, Wiesław Pidek i Kazimierz Piotrowski.

ODRY 1300

Komisja Oceny Maszyn Matematycznych, oceniając w październiku 1966 r. Odrę 1204 stwierdziła, że jej oprogramowanie podstawowe (wtedy nie było jeszcze translatora ALGOL-u), w porównaniu z maszynami firm zachodnich, jest b. ubogie. Zdawano sobie jednak sprawę z tego, że opracowanie takiego oprogramowania w krótkim czasie jest niemożliwe. Wtedy Jacek Moszczyński - członek Komisji - zaproponował aby rozważyć problem budowy w Polsce m.o., która akceptowałaby oprogramowanie podstawowe i użytkowe jednej z firm zachodnich. Komisja uznała pomysł za interesujący, a jej przewodniczący Romuald Marczyński, zgłosił propozycję do Zjednoczenia MERA. Na przełomie kwietnia i maja 1967 r. do Anglii wyjechała grupa ekspertów w składzie: Witold Tyrman (MERA), Janusz Matejak (MERA), Marek Greniewski, Marek Wajcen (), Walenty Balasiński, przedstawiciel METRONEX'u oraz autor tego referatu. Przeprowadzono rozmowy z firmami International Computer and Tabulator (ICT), International Business Machines (IBM) oraz English Electric Computer (EEC). Firma IBM (filia w Anglii), nie była zainteresowana żadną współpracą. Natomiast ICT (później ICL) i ECC były gotowe podjąć współpracę. Wybrano ICT i jej maszynę serii 1900. Wynegocjowane zostały następujące warunki: Polska zakupi w 1967 r. 2 maszyny ICT

1900 i w przyszłości, kupując m.o. będzie uwzględniała oferty ICL, a firma przekaże WZE ELWRO dokumentację logiczną maszyny ICL 1904 oraz taśmy z pełnym oprogramowaniem podstawowym i użytkowym, w tym komplet testów kontrolnych. Warunki były dla nas korzystne ponieważ maszyny miały być i tak kupione, (dla GUS-u i ZR im. Kasprzaka). Angliści zgodzili się na takie warunki, upewniwszy się, że nie muszą przekazywać dokumentacji technicznej pakietów ani pamięci ferrytowej. Oficjalne porozumienie zostało podpisane w lipcu 1967 r., a jesienią grupa logików WZE ELWRO rozpoczęła w ICT przeszkolenie w zakresie m.o. ICT 1904. Od początku 1968 r. rozpoczęły się intensywne prace nad budową Odry 1304; do budowy maszyny wykorzystano technikę m.o. Odra 1204, co znacznie ułatwiło pracę. Maszynę budowała ta sama grupa, która budowała Odrę 1204. Przesiewzięcie było ryzykowne i wielu specjalistów w kraju wątpiło w jego powodzenie. W wyniku prac, na początku 1970 r., wykonano 8 m.o. Odra 1304 i stwierdzono pełną zgodność z m.o. ICT 1904. Uruchomienie produkcji Odry 1304 było trudne także z tego względu, że wzrosła w porównaniu z poprzednimi maszynami liczba urządzeń zewnętrznych; doszły - czytnik kart, drukarka wierszowa a później multipleksery i terminale. Istotną rolę w rozwinięciu produkcji m.o. Odra 1300 na większą skalę odegrało utworzenie nowych zakładów produkujących urządzenia informatyki, takich jak ZMP Błonie - drukarki wierszowe oraz MERAMAT - pamięci taśmowe. Zakłady te były nie tylko kooperantami WZE ELWRO, ale szybko stały się samodzielnymi eksporterami swoich wyrobów. Firma ICL była również zadowolona ze współpracy z WZE ELWRO, ponieważ sprzedawała do Polski dużą ilość urządzeń zewnętrznych oraz licencję na drukarkę wierszową (do Zakładów Mechaniki Precyzyjnej w Błoniu). Odra 1304 posiadała następujące oprogramowanie podstawowe: system operacyjny, języki programowania: ALGOL, FORTRAN, COBOL, język konwersacyjny JEAN, języki symulacyjne CSL i SIMON, bibliotekę ponad 1000 programów i podprogramów standardowych oraz 15 pakietów programów użytkowych z zakresu planowania i zarządzania (które ze względu na różnice w systemach gospodarczych, wymagały

adaptacji). Maszyna Odra 1304 oraz jej następczynię Odra 1305 i Odra 1325, zbudowane już w oparciu o technikę układów scalonych, były na początku lat 70-tych najlepszymi maszynami w RWPG. Najważniejsze jednak było to, że posiadając tak bogate oprogramowanie oraz pełny asortyment urządzeń zewnętrznych (Tablica 1), stały się pełnosprawnymi narzędziami informatyzacji wielu przedsiębiorstw i instytutów. Łącznie wyprodukowano 587 szt. m.c. Odra 1300; tak duża liczba umożliwiła informatyzację całych branż takich jak budownictwo, kolej oraz instytucji takich jak GUS + WUS-y i szkoły wyższe. W oparciu o te maszyny, rozbudowane o multipleksery i terminale, opracowane zostały w początku lat 70-tych, pierwsze w RWPG, abonenckie systemy wielodostępne, które u wielu użytkowników funkcjonują do chwili obecnej.

W lutym 1968 r. odbyło się w Moskwie spotkanie dwustronne ZSRR-PRL, na szczepku Komisji Planowania i Ministerstw Przemysłu, na którym ze strony radzieckiej padła propozycja wspólnych prac w RWPG, nad budową jednolitej rodziny m.c., kompatybilnych programowo i interfejsowo, z jedną z rodzin maszyn firm zachodnich. Wybór padł na firmę amerykańską IBM. Spotkanie to rozpoczęło okres przygotowań do nowego rozdziału w historii WZE ELWRO i całej polskiej informatyki.

Maszyny cyfrowe, w odróżnieniu od innych produktów, wymagają do opracowania i produkcji bardzo licznych zespołów pracowników. W referacie nie sposób było wymienić wszystkich, dlatego autor prosi o wybaczenie wszystkich tych, którzy w tamtych czasach przyczynili się do osiągnięć ELWRO a nie zostali tu wymienieni. W szczególności odnosi się to do pracowników prototypowni i wydziału montażu maszyn wraz z grupą uruchomieniową.

Na zakończenie autor pragnie podziękować Andrzejowi Teodorczukowi, obecnemu kierownikowi Działu Informacji w Zakładach Elektronicznych ELWRO, który zgromadził w archiwum Zakładów wiele dokumentów z całej dotychczasowej historii ELWRO. Znaczna część tych dokumentów została wykorzystana podczas pisania tego referatu.

Wrocław, czerwiec 1988 r.

Jerzy Fiett

Problemy realizacji technicznej
polskich komputerów do 1968 r.

Przyjęta przez organizatorów symposium zasada, że przygotowywane na jubileusz 40- o lecia polskiej informatyki referaty dotyczyć będą jedynie okresu od umownego początku - 1948 r. do 1968 r. - to znaczy pierwszej połowy okresu istnienia polskiej informatyki, narzuca w naturalny sposób wykorzystanie faktu, że w związku z XV - leciem Instytutu Maszyn Matematycznych obchodzonym w 1973 r. został wydany specjalny numer informatyki zawierający artykuły omawiające historię polskiej informatyki do 1973 r.

Byłoby nieracjonalne powtarzanie zawartych we wspomnianym numerze informacji. Ponieważ jednak autorzy poszczególnych artykułów patrzyli wówczas na miniony okres z bliższego dystansu i kierowali się przy doborze materiału różnymi względami, należało moim zdaniem pokusić się obecnie o uzupełnienie tych materiałów pominiętymi tam aspektami i poza konstatacją faktów opracowania kolejnych komputerów czy urządzeń zewnętrznych i peryferyjnych opatrzyć je komentarzem wskazującym na czynniki powodujące podejmowanie określonych działań.

Ze względu na to , że bezpośrednio uczestniczyłem w rozwoju polskiej informatyki dopiero od 1954 r. pominię wcześniejszy okres, który nota bene przyniósł konkretne efekty jedynie w zakresie maszyn analogowych z opracowanym pod kierunkiem Leona Łukaszewicza Analizatorem Równań Różniczkowych na czele.

Zaprojektowany w zespole kierowanym przez Romualda Marczyńskiego i wykonany pod bezpośrednim nadzorem Zygmunta Sawickiego EMAL (Elektroniczna Maszyna Licząca) - pierwszy projekt polskiej elektronicznej maszyny cyfrowej - nie doczekał się pełnego uruchomienia i został ostatecznie pod koniec 1955 r. zaniechany.

Przyczyny niepowodzenia nie tkwiły w koncepcji na owe czasy całkiem nieźle pomyślanej maszyny, a jedynie w zagadnieniach czysto technicznych związanych z jej realizacją, do której zastosowano statyczną technikę lampową, nie uwzględniając rozrzutów parametrów początkowych dostępnych podzespołów elektronicznych ani też ich niestabilności w czasie i pod obciążeniem (zmiany temperatury). W efekcie mozolnie uruchomione m.in. przez pisałego te słowa zespoły maszyny po dwu - trzech dniach przestawały funkcjonować, bo "coś się rozjechało".

Ciągłe dobieranie wartości podzespołów było tylko ożywić oporną materię było przy złożoności całego zestawu (ponad tysiąc lamp) przedsięwzięciem beznadziejnym.

Jedyną słuszną decyzją było więc zaprzestanie prób uruchomienia EMAL-a. Decyzja ta została przez ówczesne kierownictwo Instytutu Matematycznego podjęta w wyniku burzliwych tarć pomiędzy zwolennikami kontynuacji "na siłę" nie rokujących nadziei wysiłków uruchomienia maszyny, a zespołem bezpośrednich "uruchamiaczy", którzy zdobyli pewność bezsensowności dalszych prób.

Nie obyło się bez dramatów ludzkich, bo szczególnie głównym autorom projektu nie łatwo było pogodzić się z niepowodzeniem, zresztą przy ocenie z dystansu iluzorycznym, gdyż zdobyte w owym okresie doświadczenia zarówno pozytywne - nabycie umiejętności projektowania maszyn cyfrowych, jak i negatywne, wskazujące na konieczność zwrócenia bacznej uwagi na tolerancje i stabilność elementów, konieczność stosowania metod projektowania uwzględniających nieuniknione rozrzuty parametrów, zaowocowały w dalszych działaniach.

Doszło jednocześnie do zmian organizacyjnych w ZAM, a na czele połączanego zespołu obejmującego dotychczasowe odrębne grupy analogową i cyfrową stanął Leon Łukaszewicz.

Podjęto energiczne, wielokierunkowe działania, systematyzujące pracę w zakresie tworzenia struktury logicznej (wtedy mówiło się struktura logiczna lub organizacja, a nie architektura) przyszłego komputera, wyboru listy rozkazów, wyboru bazy podzespołowej, techniki realizacyjnej, urządzeń

zewnętrznych.

Pierwotnie rozważana była koncepcja realizacji maszyny równoległej (zbliżonej strukturalnie do e.m.c. IBM 701) o nazwie roboczej ABC, że to niby zaczynamy wszystko od początku...

Jednakże nacisk zespołu, zajmującego się poprzednio realizacją techniczną i uruchamianiem EMAL-a, który zebrął cięgi przez niedocenienie trudności realizacyjnych spowodował, że zwyciężyła ostatecznie koncepcja prostej maszyny szeregowej, którą jako swego rodzaju przeciwieństwo ABC - nazwano XYZ.

Przy wyborze techniki realizacyjnej znakomicie pomocne okazało się przejęcie żywca dzięki życzliwości radzieckich kolegów z zespołu akademika Lebedewa schematów układu podstawowego dynamicznej techniki lampowej (dynamiczeskiej jaczejki) stanowiącej bazę realizacji BESM (Bystrodiejswujuszczaja Elektronnaja Soziotnaja Maszina).

Nastąpiło to w czasie trwania międzynarodowej konferencji maszyn matematycznych z udziałem specjalistów z tej dziedziny z krajów socjalistycznych, która odbyła się w Moskwie na początku 1956 r., a w której uczestniczyłem wraz z Leonem Łukaszewiczem i Romualdem Marczyńskim.

Tu mała dygresja. Zrażeni poprzednimi niepowodzeniami, chcieliśmy w miarę możliwości wiernie odtworzyć radziecki układ, który znakomicie zdał egzamin w bardzo rozbudowanej maszynie BESM. Wraz ze schematem dostaliśmy od radzieckich kolegów również transformator na rdzeniu ferrytowym wchodzący w skład układu podstawowego. Rdzeń ten miał dość dziwny kształt - ramka prostokątna, ale ze specyficznym wcięciem. Koledzy z Polferu na naszą wyraźną prośbę wykonali serię rdzeni o w miarę możliwości takim samym kształcie i z materiału możliwie zbliżonego do rdzenia wzorcowego.

Nieźle się zresztą namęczyli przy opracowywaniu formy. Kiedy w parę lat później gościli w ZAM radzieccy specjaliści, którym demonstrowano XYZ, po starannym obejrzeniu jednego z pakietów stwierdzili ze współzuciem: "widać i wam również radiolokatorszczycy wcisnęli ten przeklęty rdzeń". Oczywiście

już wcześniej stwierdziliśmy przypadkowość kształtu zastosowanego rdzenia i w ZAM 2 były wykorzystywane zwyczajne rdzenie.

Dokuczliwa niestabilność podzespołów w okresie uruchamiania EMAL-a spowodowała, że sporo uwagi poświęciliśmy wybraniu typu jednego z najbardziej krytycznych elementów, a mianowicie rezystora. Zbudowaliśmy więc specjalne ramy starzeniowe i przebadaliśmy wiele setek egzemplarzy rezystorów różnych typów i przy różnym obciążeniu (do prób niszczących włącznie) badając rozrzuty początkowe i stabilność w czasie i temperaturze. Stwierdzono, że dla naszych celów najlepsze są krajowe rezystory QWS, przewyższające pod niektórymi względami QWS nawet rezystory importowane, dostępne wówczas w kraju.

Warto również wspomnieć o innej sprawie, która przysporzyła nam sporo kłopotu. Podstawowym elementem czynnym, stosowanym przy realizacji XYZ była lampa 6N9 duotrioda, dobrze nadająca się do pracy impulsowej. Zauważyliśmy, że istotny parametr - nachylenie charakterystyki - jest dziwnie niejednakowy w różnych egzemplarzach. Przebadaliśmy sporą partię lamp i okazało się, że rozkład nachylenia jest dwumodalny - brakowało prawie zupełnie egzemplarzy o nominalnej wartości katalogowej. Dostaliśmy z importu lampy wyselekcjonowane. Wiedząc o tym odpowiednio zaprojektowaliśmy układy i trudność została ominięta.

Świeżo upieczony absolwent Politechniki Warszawskiej Jerzy Dańda (niestety od paru lat już nie żyje) wspólnie z Zygmuntem Sawickim doprowadził do postaci użytkowej na owe czasy nowoczesną pamięć na rtęciowych liniach opóźniających, którą zdecydowano zastosować jako pamięć operacyjną XYZ.

Jako główne urządzenie wejścia - wyjścia zastosowano czytnik i dziurkarkę kart, stosowaną w owym czasie w zestawach maszyn tzw. analityczno liczących, użytkowanych między innymi w Głównym Urzędzie Statystycznym. Wyjście pomocnicze do bezpośredniego prezentowania wyników zrealizowano na lampie oscyloskopowej. Pojemność informacyjna tego urządzenia była niewielka, ale telewizjom, którzy oglądali pierwszy program Telewizji Polskiej w 1958r. poświęcony XYZ najbardziej się

podobał zaprogramowany dla żartu bardzo uproszczony obrazek z punktów świecących pojawiającego się na ekranie pieska, który podnosił nogę i podlewał symboliczne drzewko...

W cytowanym już artykule Janusza Groszkowskiego wspomniano o szybkim tempie realizacji XYZ. Istotnie, w ciągu niespełna dwu tygodni intensywnej pracy kilkusobowego zespołu pod kierunkiem Leona Łukaszewicza w Domu Pracy Twórczej PAN w Mądralinie, w której uczestniczyli m.in. Wojciech Jaworski, Antoni Mazurkiewicz, Zdzisław Pawlak, Tomasz Piertzykowski, Zygmunt Sawicki, oraz autor tego artykułu, naskicowano pełną strukturę logiczną XYZ-[6].

Następnie bardzo szybko przeprowadzono prace projektowe, w których dołączyli Jerzy Dańda i Stanisław Majerski, w ciągu kilku miesięcy wykonano w niewielkim, kilkusobowym warsztacie ZAM pod prężnym kierunkiem Zygmunta Sawickiego model maszyny i w ciągu około pół roku skompletowano i uruchomiono przy udziale Jerzego Gradowskiego i Jerzego Dańdy cały zestaw. Nie można tu pominąć znacznego udziału w pracach technicznych Henryka Furmana, Gustawa Śliwickiego, Konrada Elżanowskiego i Wojciecha Stachowiaka.

W efekcie od podjęcia decyzji o przyszłym kształcie maszyny XYZ do momentu jej pełnego uruchomienia upłynęło niewiele więcej czasu niż jeden rok! Kierownik zespołu, Leon Łukaszewicz, który po mądralińskiej batalii wyjechał na parę miesięcy do Paryża, był zaskoczony poważnym zaawansowaniem prac realizacyjnych i stwierdził po powrocie wyraźnie zawiedziony: wy tu już prawie kończycie, a ja miałem jeszcze tyle świetnych pomysłów!

Potem wkroczyli programiści: Antoni Mazurkiewicz, Jan Borowiec, Józef Winkowski, Jan Wierzbowski, Jerzy Swianiewicz, Andrzej Wiśniewski i wielu innych, którzy na tej w sumie bardzo prostej maszynie zaczęli z powodzeniem rozwiązywać trudne i użyteczne problemy. Ale to już całkiem inna historia...

Doświadczenia zdobyte przy projektowaniu, uruchamianiu i eksploatacji XYZ zostały szybko wykorzystane dla realizacji ZAM-2. Dość obszerne informacje zawarte w 3 numerze

Informatyki z 1973 r. w artykułach Janusza Groszkowskiego /1/, Tomasza Pawlaka /2/ i Włodzimierza Fietta /3/ na temat ZAM-2 warto moim zdaniem uzupełnić nazwiskami jej twórców, którzy nie zostali włączeni do listy nagrodzonych Nagrodą Państwową II stopnia w 1964 roku, którą przytacza J. Groszkowski, a wnieśli istotny wkład w okresie projektowania, konstrukcji i wykonawstwa. Należą do nich przede wszystkim Stanisław Waligórski, Michał Wiweger, Ewa Ziółkowska (obecnie Orłowska), Jerzy Gradowski, Jerzy Dańda, Jerzy Rydzewski i Alfred Chwieralski wykorzystując wcześniejsze opracowania Zofii Siwak skonstruowali pamięć magnetostrykcyjną, która poczynając od pierwszego egzemplarza ZAM-2 zastąpiła niedogodną eksploatacyjnie pamięć rtęciową. Konstrukтором wiodącym wersji seryjnej ZAM-2 był Eugeniusz Adamczyk z ZPDMM.

Jako kierujący pracami nad organizacją maszyny i odpowiedzialny za przekazywanie dokumentacji do realizacji maszyny przez Zakład Produkcji Doświadczalnej Maszyn Matematycznych muszę podkreślić ważki wkład Jerzego Rydzewskiego, kierującego zespołem konstruktorów elektroników ZPDMM zajmujących się ZAM-2, który dysponując dużym doświadczeniem przemysłowym konsekwentnie i stanowczo wymuszał takie zdyscyplinowanie formy dokumentacji, jakie było niezbędne dla powtarzalnego wykonywania maszyn typu ZAM-2.

Niezwykle prężna działalność ZPDMM, którym kierował Józef Kopaniak i Henryk Piotrowski ujawniona w czasie realizacji i szybko postępującej modernizacji technicznej kolejnych serii maszyn ZAM-2 wydała się rokować dynamiczny rozwój produkcji komputerów od początku lat 60-tych w rejonie Warszawy. Zmiana statusu ZPDMM, a następnie zmiany kierownictwa i przestawianie IMM prawie wyłącznie na prace rozwojowe

i teoretyczne, szanse te przekreśliły i w znacznym stopniu przyczyniły się - moim zdaniem - do opóźnienia o kilka lat rozwoju warszawskiego przemysłu komputerowego.

Chciałbym w tym miejscu poświęcić nieco uwagi sprawie, która faktycznie zainicjowała utworzenie oraz budowę ZPBMM. Jeszcze w okresie prac nad XYZ została nam zaproponowana koncepcja opracowania cyfrowego elektronicznego przelicznika

dla kierowania ogniem artylerii p-lot. Publikacje pojawiające się w związku z kolejnymi jubileuszami Instytutu Maszyn Matematycznych ze zrozumiałych względów sprawę tę pomijały. Dziś po blisko trzydziestu latach można już o tym mówić. W gruncie rzeczy problem był znacznie szerszy, a mianowicie dotyczył całego kierunku prac nad komputerami do sterowania w czasie rzeczywistym. Z paru względów warto tę lukę wypełnić. Po pierwsze w ramach tego kierunku zapoczątkowano wiele tematów, które następnie były rozwijane w Instytucie Maszyn Matematycznych jak również poza IMM. Dotyczy to zarówno problematyki badawczej jak i działalności produkcyjnej na dużą skalę. Po drugie umożliwiły zebranie wielu doświadczeń w zakresie projektowania komputerowych systemów działających w czasie rzeczywistym, opracowania specyficznych metod badań układów automatyki z cyfrowym sprzężeniem zwrotnym. Po trzecie wreszcie podjęcie tematyki przelicznika związanej z potrzebami obronnymi stało się poważnym źródłem finansowania prac rozwojowych i działalności inwestycyjnej IMM. To właśnie było powodem uzyskania tak wówczas potrzebnych instytutowi powierzchni zwalnianych w owym czasie przez instytucje wojskowe przy ulicy Krzywickiego, a następnie podjęcia decyzji o utworzeniu Zakładu Produkcji Doświadczalnej Maszyn Matematycznych i przyznaniu środków na budowę gmachu dla tego zakładu. Jedyną znaną mi publikacją związaną z tematyką komputerów do sterowania w czasie rzeczywistym, dotyczącą tego okresu działalności IMM, tematyką angażującą na przełomie lat 50-tych i 60-tych znaczny potencjał ZAM/IMM był referat wygłoszony przez Leona Łukaszewicza na I Kongresie IFAC w Moskwie w 1960 r., opublikowany w materiałach z tego Kongresu /8/, zawierający w odpowiednio spreparowanej formie strukturę i realizację techniczną przelicznika jako komputera do sterowania procesami chemicznymi, nazwanego filuternie SKRZAT-1. W rzeczywistości podjęto w owym czasie jedynie prace przygotowawcze zmierzające do takich zastosowań. Procesor przelicznika został zrealizowany w technice ferrytowo - diodowej, a podstawowym elementem był tzw. ferraktor realizujący funkcję negacji argumentu wejściowego, regeneracji

i opóźnień. Ze względu na ściśle określone funkcje jakie miał spełniać przelicznik, program został umieszczony w pamięci o stałej zawartości, zrealizowanej na rdzeniach ferrytowych /7/. Przed zaszcyciem na stałe programu w pamięci niezbędne było pełne jego sprawdzenie drogą symulacji na jedynej dostępnej maszynie, tzn. na XYZ, z uwzględnieniem relacji czasowych, gdyż przelicznik miał służyć do sterowania w czasie rzeczywistym. Tę niezwykle trudną pracę wykonał Józef Winkowski.

Tu kolejna mała dygresja - dziś podobne postępowanie w procesie projektowania komputerowych systemów specjalizowanych o stałym programie jest normalną praktyką, ale w tamtych latach przy uwzględnieniu licznych ograniczeń, była to praca pionierska, trudna pod względem teoretycznym i praktycznym.

Model przelicznika został wykonany i uruchomiony w 1962 r., a więc był to pierwszy polski komputer o procesorze zrealizowanym całkowicie z podzespołów elektronicznych na ciele stałym. Odrębną, aczkolwiek niezwykle istotną sprawą było wytwarzanie impulsów zegarowych. Ze względu na stosunkowo dużą moc niezbędną do sterowania ferraktorami procesora, generator impulsów zegarowych trzeba było zrealizować na lampach nadawczych (moc wyjściowa rzędu kilkuset W). W rezultacie cały przelicznik obejmujący procesor, pulpit sterowniczy i wyjściowe układy sterowania zajmował objętość ok. 0,5 m³, a generator impulsów z zasilaczem - prawie drugie tyle!

Zasadniczym członek decydującym o średnim okresie międzyawaryjnym był ten nieszczęsny generator z zasilaczem. Biorąc pod uwagę przeznaczenie przelicznika, gabaryty i zawodność generatora przesądziła o niepowodzeniu całego przedsięwzięcia w przyjętej technice realizacyjnej.

Należy podkreślić, że w trakcie prac nad przelicznikiem trzeba było rozwiązać szereg zupełnie nowych w naszych warunkach i nie publikowanych w owym czasie zagadnień dotyczących komputerowego sterowania układami nadążnymi z cyfrową pętlą sprzężenia zwrotnego. Od strony teoretycznej śmiało zaatakował problem Tomasz Pietrzykowski, osiągając

pozytywne rezultaty, potwierdzone następnie eksperymentalnie. Opiekę naukową w zakresie automatyki sprawował w tym czasie Władysław Findeisen, który wniósł duży wkład w pomyślne rozwiązanie problemów teoretycznych i praktycznych.

Realizacją układów nadążnych zajął się zespół pod kierunkiem Włodzimierza Mardala, a niezbędny element układu cyfrowego sprzężenia zwrotnego - konwerter kątoowo-cyfrowy, opracował i wykonał Jan Reluga.

Dla prowadzenia badań układów automatyki należało opracować odpowiedni symulator. Jerzy Gradowski zaproponował zastosowanie do tego celu prostej specjalizowanej maszyny cyfrowej. Przy współudziale Henryka Piotrowskiego opracował model takiej maszyny stosując jako pamięć operacyjną małą pamięć bębnową, wykorzystującą silnik żyroskopu o dużej prędkości obrotowej oraz wprowadzając po raz pierwszy w Polsce w zastosowaniach komputerowych technikę tranzystorową, opracowaną przez Tadeusza Jankowskiego. Nazwano tę maszynę S-1. Poza głównym zastosowaniem jako symulatora, została ona wykorzystana do szkolenia pracowników ELWRO w końcu lat 50-tych. Píše o tym Włodzimierz Fiett /3/ wspominając również, że przekazana do ELWRO dokumentacja modelu S-1 została wykorzystana przy budowie pierwszej maszyny opracowanej we wrocławskich zakładach - ODRA-1001.

W konstrukcji przelicznika wprowadzono daleko posuniętą modularyzację. Układy podstawowe realizujące funkcje elementarne skonstruowano w postaci miniukładów zwanych popularnie świerszczami, montowanych na płytkach matkach. Połączenie na płytce wykonano w modelu przelicznika przewodami. W parę lat później w wykonywanym modelu ZAM-3, w którym również zastosowano technikę ferrytowo-diodową (była to maszyna stacjonarna, a więc czynniki uniemożliwiające wykorzystanie tej techniki w przypadku militarnego przelicznika nie odgrywały tu istotnej roli) wprowadzono świeżo opanowane w IMM pod względem technologicznym - obwody drukowane. Ze względu na wymaganą dużą gęstość upakowania i wydzielaną sporą ilość ciepła w niewielkiej objętości, w konstrukcji mechanicznej modelu przelicznika wykonywanej pod

kierunkiem Janusza Rudzkiego zwrócono baczna uwagę na problem chłodzenia. Ponieważ stwierdziliśmy, że mimo wymuszonego obiegu powietrza występują lokalnie znacznie podwyższone temperatury, założyliśmy tylną osłonę wykonaną z tworzywa przezroczystego i wprowadzając specjalnie zadymione powietrze obserwowaliśmy tworzenie się poduszek powietrznych, które następnie eliminowaliśmy wprowadzając i odpowiednio ustawiając specjalne kierownice strumieni powietrza.

Odrębnym problemem była konstrukcja dmuchawy, która jak na złość chętniej wydawała dźwięki zbliżone do syreny strażackiej, aniżeli wytwarzała niezbędny spręż. Ostatecznie i ten problem udało się rozwiązać niezawodną metodą prób i błędów. Stosunkowo sprawnie przebiegało uruchomienie arytmometru przelicznika (dziś powiedzielibyśmy procesora) przy zasadniczym udziale Aleksandra Janyszka. Dla ułatwienia sobie życia wobec bardzo dużej gęstości montażu i znacznej ilości połączeń międzypakietowych Aleksander Janyszek i Alfred Chwieralski opracowali metodę i sposób realizacji sprawdzania poprawności montażu elektrycznego. Metoda ta umożliwiła wykrywanie braku potrzebnych połączeń i wykrywanie połączeń zbędnych. Idea ta legła u podstaw kolejnych przyrządów do kontroli poprawności montażu, stosowanych do dziś.

Bardzo pomocne okazało się również zastosowanie specjalnego przyrządu do uruchamiania pakietów (SKUZ) skonstruowanego przy aktywnym udziale Kazimierza Gójskiego.

Idea tego przyrządu, polegająca na wymuszaniu określonej kombinacji sygnałów wejściowych i obserwowaniu reakcji badanego pakietu na odpowiednich wyjściach oraz porównaniu z uprzednio przygotowanym wzorcem, zachowała aktualność do dziś i jest stosowana w różnego rodzaju testerach.

Pisząc o przeliczniku użyłem kilkakrotnie pierwszej osoby liczby mnogiej, gdyż pełniłem w tym czasie funkcję kierownika działu przeliczników artyleryjskich.

Podjęta przez ówczesne władze centralne decyzja zaprzestania prac nad przelicznikiem jak również związane z tym ustalenia kierownictwa IMM o zaniechaniu w ogóle prac w instytucie nad komputerowym sterowaniem i nakierowanie

instytutu na zastosowania dla celów zarządzania (EPD) spowodowała odejście w latach 1963/64 grupy pracowników elektroników i programistów, którzy stali się trzonem Zakładu Techniki Cyfrowej, utworzonego w tym czasie w Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji. Część tej grupy podjęła działania w zakresie zastosowań techniki cyfrowej w technice lotniczej na terenie Instytutu Lotnictwa. Na bazie tego zespołu i pracowników przeniesionych z innych zakładów PIT rozpoczął się intensywny rozwój aplikacji techniki cyfrowej w polskiej radiolokacji i został utworzony nowy kierunek cyfrowego przetwarzania informacji radiolokacyjnej oraz komputerowych systemów kierowania /12/.

Działalność tego zespołu przenoszącego z IMM kilkuletnie doświadczenia w zakresie komputerowych systemów czasu rzeczywistego miała dać po latach wielomiliardową produkcję przemysłu radiolokacyjnego w zakresie urządzeń i systemów komputerowych wytwarzanych na potrzeby kraju i w znacznej części kierowanych na eksport. Spośród osób przechodzących z IMM do PIT należy wymienić Aleksandra Janyszka, Zbigniewa Juszczyka, Jerzego Gradowskiego, Leopolda Łabanowskiego, Andrzeja Stawowczyka, Andrzeja Kocha jak również autora niniejszego artykułu.

W okresie 1964-68 na rozwój sytuacji w polskim przemyśle komputerowym patrzyłem już nie od wewnątrz, jak w ciągu poprzednich dziesięciu lat, ale z zewnątrz, z pozycji użytkownika osiągniętych tam rezultatów. W tym czasie został zakończony model maszyny ZAM-3 (1964).

Główne przyczyny zaniechania prac nad ZAM-3 podane są w artykule Tomasza Pawlaka /2/. Sprowadzały się one przede wszystkim do zbyt wysokiej awaryjności modelu związanej z zastosowaną techniką ferraktorową, a ściślej z generacją impulsów zegarowych i ich rozprowadzaniem oraz z niedopracowaniem technologii montażu.

Jednakże zgromadzone doświadczenia w zakresie wyboru struktury maszyny przeznaczonej przede wszystkim dla przetwarzania danych oraz wyposażenia w pamięci masowe, (bębnowe, taśmowe), jak również wyniki uzyskane na modelu

ZAM-3 w pracach nad oprogramowaniem tego typu maszyn zostały z powodzeniem wykorzystane przy opracowywaniu ZAM-41.

W oparciu o doświadczenia zebrane przy ZAM-3 powstała koncepcja całej rodziny maszyn ZAM-11, ZAM-21, ZAM-31, ZAM-41, ZAM-51 opisana w Pracach IMM z 1965 r. /10/, /11/.

W rzeczywistości w r. 1966 został wykonany prototyp ZAM-21, a w rok później ZAM-41. W zamyśle autorów rodzina maszyn ZAM miała zaspokoić potrzeby wielu różnych użytkowników w zakresie przetwarzania danych, obliczeń naukowych i technicznych jak i sterowania procesami. Przewidziano możliwość tworzenia różnych konfiguracji od najbardziej złożonych na bazie maszyny ZAM-51 o dużej szybkości działania i bogatej strukturze, do najprostrzych o ubogiej konfiguracji i stosunkowo wolnych.

Początkowo przewidywano uruchomienie produkcji seryjnej całej rodziny maszyn ZAM we Wrocławskich Zakładach Elektronicznych ELWRO. Nie doszło jednak do tego i jedynym producentem w praktyce jednego tylko typu maszyny ZAM-41 pozostał Zakład Doświadczalny IMM. Jeśli nie w czasie tej sesji, to na pewno przy okazji jubileuszu 50-lecia polskiej informatyki warto by uchylić kulisy tej sprawy i podać do publicznej wiadomości przyczyny nie doprowadzenia do produkcji przemysłowej maszyn rodziny ZAM.

Chciałbym w tym miejscu zwrócić uwagę na to, że o ile pierwszy okres prac nad komputerami w Polsce poczynając od XYZ, poprzez ZAM-2, przelicznik, a kończąc na ZAM-3 można potraktować jako okres twórczego entuzjazmu, prób i poszukiwań (pewien wyjątek stanowi tu linia ZAM-2, gdzie sprawy dostały się w ręce specjalistów z doświadczeniem przemysłowym z ZPDMM), to przygotowanie produkcji maszyn rodziny ZAM nosiło już wyraźne cechy dojrzałości. W tym czasie IMM wraz z ZD dysponował już liczną kadrą elektroników, konstruktorów, technologów i programistów oraz dobrą bazą lokalową i aparaturową, zgromadzono doświadczenia w zakresie projektowania komputerów, dysponowano już zweryfikowanymi rozwiązaniami pamięci operacyjnej na rdzeniach ferrytowych i pamięci bębnowych, na ukończeniu były prace nad drukarką

wierszową, pamięcią taśmową, czytnikiem i dziurkarką taśmy.

IMM opanował technologie wytwarzania obwodów drukowanych oraz wytwarzania pamięci ferrytowych. Dostępna była baza podzespołowa, umożliwiająca zastosowanie układów tranzystorowych wprowadzić jeszcze germanowych dla realizacji procesora jak i elektroniki pamięci i urządzeń zewnętrznych.

Pierwsze prace w zakresie technologii obwodów drukowanych i głowic magnetycznych na ferrytach twardych dla pamięci taśmowych podjął w IMM Zbigniew Ilg w Zakładzie Urządzeń Zewnętrznych kierowanym przez Jerzego Gradowskiego. Pierwsze prace nad pamięciami taśmowymi (PT-1) prowadzone były w zespole Ryszarda Łukaszewicza. Rozwój prac nad pamięciami bębnowymi wiąże się z nazwiskiem Eugeniusza Nowaka, zaś taśmowymi - Józefa Szmyda.

Poza przypomnieniem tych paru nazwisk nie będę zajmował się omawianiem licznych i udanych opracowań IMM pochodzących z lat 1960-1971 w zakresie pamięci zewnętrznych, pamięci ferrytowych, urządzeń wejścia-wyjścia - sprawy te są dość wyczerpująco przedstawione w atrykułach /2/ i /3/.

Warto natomiast wspomnieć o rozwijanych w paru zespołach IMM mniej więcej jednocześnie, od początku lat sześćdziesiątych, pracach nad wykorzystaniem tranzystorów germanowych w układach pamięci ferrytowych (Andrzej Stawowczyk, Jerzy Dańda) i dla realizacji funkcji logicznych (Tadeusz Jankowski)/9/, Bogdan Wojtowicz. Ograniczenia wynikające z właściwości tranzystorów germanowych doprowadziły do utworzenia jednolitego frontu walki z udziałem przedstawicieli PIT, IMM i wojska o skierowanie wysiłków krajowego przemysłu półprzewodników na tranzystory krzemowe, przeciwko mocnej grupie zachowawczej, preferującej kontynuację linii germanowej.

Głównym argumentem za koniecznością przejścia na krzem była perspektywa stworzenia bazy dla rozwoju krajowej produkcji układów scalonych. Naciski na zmianę orientacji w przemyśle półprzewodnikowym w kierunku rozwoju nowoczesnych technologii opartych na krzemie, a przede wszystkim uruchomienia produkcji szybkich tranzystorów

epitaksjalno-planarnych i ulokowanie w planach TEWY tych prac daly podstawy do podjęcia działań w PIT i IMM do opracowania techniki tranzystorowej przejściowo na importowanych tranzystorach epitaksjalno-planarnych z perspektywą przejścia na tranzystory krajowe. W roku 1964 Zbigniew Maik opracował w PIT /13/ pierwszy wariant techniki MM-16A na tranzystorze 2N834, zaś mniej więcej równolegle w IMM Zbigniew Świątkowski technikę S-50, również na tranzystorach krzemowych epitaksjalno-planarnych. Zapotrzebowanie na te tranzystory do budowy prototypów realizowanych w owym czasie urządzeń w samym tylko PIT sięgały 30.000 szt. w jednym roku.

W bardzo krótkim czasie zaczęło narastać zapotrzebowanie na rozwijające się w błyskawicznym tempie w latach sześćdziesiątych układy scalone. Już w końcowych latach "okresu sprawozdawczego" (1967-1968) podjęto w IMM i w PIT działania przygotowujące zastosowanie układów TTL dla budowy sprzętu informatycznego. "Dzięki" kilkuletniemu opóźnieniu w stosunku do krajów przodujących w technologii udało się uniknąć wprowadzenia do praktyki w sprzęcie opracowywanym w Polsce układów RTL i DTL, których żywot nie był długi.

W drugie dwudziestolecie polska informatyka wchodziła pod znakiem przygotowań do uruchomienia produkcji maszyn III generacji, która w tym czasie w krajach przodujących była już faktem dokonanym.

Dziś, w czterdziestolecie polskiej informatyki warto zastanowić się nad tym, jakie przyczyny spowodowały obecny jej stan w latach osiemdziesiątych XX wieku.

Skonstruowana przez Babbage'a (1792-1871) Maszyna Analityczna, która pod względem koncepcyjnym była pierwowzorem zbudowanych w latach czterdziestych naszego stulecia przekaźnikowych (MARK-I) i elektronowych (ENIAC) komputerów, nigdy nie ruszyła, gdyż jej skomplikowana maszynaria okazała się być mechanizmem samohamownym. Była więc dobra idea, jednak niedostatki dostępnej w owym czasie technologii spowodowały, że Analytical Engine spotkał dostojny, ale smutny los eksponatu. Do dziś można ją oglądać w brytyjskim Muzeum Techniki na Exhibition Road w Londynie.

W roku 1948, zaledwie w trzy lata po uruchomieniu w USA ENIAC-a wystartowały w wyniszczonej wojną Polsce pierwsze prace w tej dziedzinie. W 1958 r. dysponowaliśmy już skromnym ale skutecznym narzędziem, jakim był dla programistów XYZ, zrealizowany we współczesnej na owe czasy technologii i znaleźliśmy się na czołowej w naszym otoczeniu pozycji w zakresie oprogramowania, co jednoznacznie stwierdzili przebywający u nas w 1960 r. wybitni specjaliści radzieccy, którzy z wielkim uznaniem wyrażali się o poziomie prac w Polsce nad oprogramowanie w ogóle, a w szczególności wysoko ocenili SAKO. W 1968 r. już zaczęliśmy odstawać o jedną generację sprzętu informatyki, a jak jest dziś?

Warto zastanowić się nad tym, dlaczego nie utrzymaliśmy się w czołówce jeżeli nie światowej, to europejskiej. Ograniczając się do aspektów technicznych można najogólniej stwierdzić, że przyczyna jest podobna, jak w przypadku Babbage'a- trzyma nas technologia. Dzisiejszy sprzęt informatyki to przede wszystkim szybkie układy scalone bardzo wielkiej skali integracji niezawodne, odporne na oddziaływanie czynników zewnętrznych, to superprecyzyjne trwałe i niezawodne mechanizmy twardych dysków i drukarek mozaikowych. Układy scalone z kolei - to podzespoły, o których jakości, szybkości działania i skali integracji decyduje znów poziom mechaniki precyzyjnej i optyki.

Zmieniły się dekoracje - sztukę gramy ciągle tę samą - i w czasach Babbage'a i dziś. Bez opanowania technologii na miarę współczesnych potrzeb coś się musi zaciąć i zaczyna się...

Byłoby jednak wielkim uproszczeniem upatrywanie jako jedynej przyczyny wyhamowania dobrego tempa rozwoju polskiej informatyki z okresu 1957-1967 wyłącznie w ogólnym opóźnieniu technologicznym kraju. Mimo tych znacznych trudności sukces osiągnęto tam, gdzie konsekwentnie realizowano jasno wytyczone i zaprogramowane cele, gdzie udało się utrzymać ciągłość gromadzenia doświadczeń poprzez stabilną, systematycznie specjalizującą się kadrę. To miało miejsce między innymi w rozwoju pamięci z nośnikiem magnetycznym ruchomym i urządzeń zewnętrznych, chociaż i tu do osiągnięcia pełnego sukcesu

stanęły na przeszkodzie wcześniej wspomniane niedostatki bazy technologicznej. Wszędzie tam, gdzie ujawniły się partykularyzmy, rozgrywki personalne, brak odpowiedzialności przy podejmowaniu decyzji o strategicznym znaczeniu - powstawały turbulencje, zaprzepaszczano zgromadzony dorobek lub włączały się trudne do nadrobienia opóźnienia. Miało to miejsce przede wszystkim przy przy nieprzemyślanym przeprofilowaniu w kierunku teoretyczno - koncepcyjnym IMM w pierwszej połowie lat siedemdziesiątych, przy przekazywaniu bez należytej opieki autorskiej szeregu udanych konstrukcji IMM w kierunku nie dość przygotowanych zakładów produkcyjnych, czy wreszcie przy pozbywaniu się wartościowych indywidualności czy całych grup pracowników z IMM.

Osiąganie pozytywnych rezultatów w technice w ogóle, a w sprzęcie komputerowym w szczególności, wymaga właściwego prognozowania tendencji rozwojowych w świecie, nie ulegania często przejściowej modzie, podejmowania działań kompleksowych, uwzględniających wszystkie czynniki ograniczające rozwój w danej dziedzinie, wreszcie konsekwencji, a nawet uporu w działaniu na rzecz realizacji wytkniętych celów i koncentracji niezbędnych środków na wybranych kierunkach.

Warto z historii polskiej informatyki wyciągnąć wnioski na przyszłość.

Wykaz literatury

1. Janusz Groszkowski, Parę słów z okazji Jubileuszu Instytutu Maszyn Matematycznych, Informatyka Nr. 3, 1973, str. 1-5.
2. Tomasz Pawlak, Konstrukcje Instytutu Maszyn Matematycznych, Informatyka Nr 3 1973, str. 19-24.
3. Włodzimierz Fiett, Eligiusz Rosolski, Działalność produkcyjna i udział Instytutu Maszyn Matematycznych w tworzeniu polskiego przemysłu sprzętu informatyki, Informatyka Nr 3, 1973, str. 11-18.
4. Jerzy Gradowski, Zagadnienia Konstrukcji i technologii współczesnych maszyn matematycznych, Materiały na Sesję Naukową z okazji Roku Nauki Polskiej i XV-lecia Instytutu Maszyn Matematycznych, Warszawa 1973, str. 24.
5. Józef Szmyd, Magnetyczne pamięci taśmowe, str. 25-34.
6. Krótki opis programowany maszyny cyfrowej XYZ-I, Zakład Aparatów Matematycznych Polskiej Akademii Nauk (prawdopodobnie 1958 r.) stron 18.
7. Leon Łukaszewicz, Permanent Ferrite Storage. Biuletyn PAN, seria nauki techniczne, tom VII, nr 7-8, 1959, pp. 497-502.
8. J. Fiett, J. Gradowski, L. Łukaszewicz, S. Majerski, T. Pietrzykowski, Z. Sawicki, Electronik Digital Computer "Skrzat 1" for Automatic Control of Technological Processes, Proceedings of the First International Congress of the IFAC, Moscow, 1960, pp. 149-153.
9. Tadeusz Jankowski, Zastosowanie tranzystorów stopowo - dyfuzyjnych w układach logicznych, Rozprawy Elektrotechniczne tom XI zeszyt 4, 1965, str 819-830.
10. Leon Łukaszewicz, Informacje wstępne o rodzinie maszyn matematycznych ZAM, Prace IMM PAN, Praca C1/4 1965.
11. Leon Łukaszewicz, Outline of the Logical Design of the ZAM-41 Computer, IEEE Trans. on Electronic Computers, The Computer System Issue, Vec-12 Nr 5, 1963.
12. Opracowanie zbiorowe 50 lat Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji, nr 104, 1984, str. 5-30.

13. Z. Maik i inni, Szybka minimodułowa technika cyfrowa
MM-16, Prace PIT, nr 49/50, 1965 r., str. 81-82.

Prof. Antoni Kiliński

O osiągnięciach Instytutu Informatyki
Politechniki Warszawskiej zastosowanych w praktyce

Instytut Informatyki Politechniki Warszawskiej jest spadkobiercą Katedry Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii, zakładu doświadczalnego ZKTR oraz Katedry Technologii Sprzętu Elektronicznego.

W 1963 r. z obu tych Katedr wyłoniona została Katedra Budowy Maszyn Matematycznych i zakład doświadczalny ZBMM. Katedra Budowy Maszyn Matematycznych wraz z zakładem doświadczalnym została przemianowana w 1970 r. na Instytut Maszyn Matematycznych PW, a w 1975 r. - na Instytut Informatyki.

W istocie rzeczy była to jedna i ta sama placówka w prawie nie zmieniającej się liczbie ok. 140 pracowników dydaktycznych, naukowych, obsługi administracyjnej i warsztatowych pracowników sporego zakładu doświadczalnego, o programie działalności dydaktycznej modyfikowanym na bieżąco, a w działalności badawczej coraz bardziej koncentrowanej na zagadnieniach elektronicznej techniki cyfrowej, w szczególności na zagadnieniach programowanych maszyn cyfrowych, zwłaszcza maszyn cyfrowych wąsko wyspecjalizowanych.

Uchwały powołujące Katedrę Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Katedrę Technologii Sprzętu Elektronicznego formułowały ich zadania dydaktyczne jako nauczanie m.in. "metod projektowania, konstruowania i produkcji aparatury radiotechnicznej według potrzeb produkcji przemysłowej". W uchwałach tych określone zostały również preferowane kierunki i tematy badań naukowych i technicznych, jakie miały być prowadzone w tych katedrach, m.in. w zakresie teorii przemysłowych procesów realizacji, a w szczególności w zakresie niezawodności układów elektro - nicznych.

Badania te rozwinęły się w związku z uchwałą Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego nakładającej na zespół

wymienionych katedr obowiązek opracowania i wyprodukowania określonej liczby określonego asortymentu aparatury elektronicznej dla potrzeb resortu Pełnomocnika Rządu ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej, w tym określonej liczby przeliczników elektronicznych.

Podstawowym zagadnieniem, które należało rozwiązać było uzyskanie dostatecznie dużej niezawodności i trwałości lampowych przeliczników elektronicznych - niewspółmiernie dużej w stosunku do niezawodności stosowanych w nich lamp elektronicznych.

Zagadnienie to było rozwiązywane w trakcie projektowania, konstruowania i produkcji w zakładzie doświadczalnych kolejno 6-ciu typów przeliczników: LE1, LE2, LE3, LE4, LE5, LL1. W sumie wyprodukowano do 1960 r. 642 przeliczniki dla kilkudziesięciu odbiorców, w tym 46 przeliczników na eksport. Dalszą produkcję według opracowanej w zakładzie doświadczalnym dokumentacji technologicznej przekazano do Zakładów ELTRA w Bydgoszczy i ZOPAN w Warszawie.

W trakcie realizacji powyższego programu dla potrzeb resortu ds. pokojowego wykorzystania energii jądrowej zdołano rozwiązać szereg problemów niezawodności układów elektronicznych techniki cyfrowej. M.in. opracowano zasady identyfikacji punktów niewrażliwych układu cyfrowego, metody badania roli rozkładów wartości parametrów poszczególnych elementów układu, przy czym odkryto jak wysoce ze wszech miar opłacalne jest nawet bardzo uciążliwe i pracochłonne badanie wpływu zmian tych rozkładów na niezawodność układu cyfrowego.

Wszystko to stanowiło znakomite przygotowanie projektantów, konstruktorów, jak i technologów do wkroczenia w dziedzinę programowanych maszyn cyfrowych, które z okresu wstępnego rozpoznania przekształciło się w konkretne zadania z chwilą przejścia z Zakładu Aparatów Matematycznych do Katedry Konstrukcji Telekomunikacyjnych dra Zdzisława Pawlaka z propozycją realizacji jego koncepcji maszyny cyfrowej pracującej w arytmetyce minus dwójkowej, dopracowanej w szczególności umożliwiającymi szybko rozpoczęcie montażu części elektronicznej.

Badania modelu laboratoryjnego EMC tej maszyny zostały zakończone w 1960 r. W tymże roku zbudowany został prototyp UMC1 oraz po skompletowaniu dokumentacji technologicznej uruchomiona została produkcja 5 maszyn UMC1 dla Instytutu Geodezji i Kartografii, Akademii Górniczo - Hutniczej i Politechniki Warszawskiej.

W 1961 r. Dyrekcja Zakładów Elektronicznych ELWRO, w których pracowano już nad maszynami cyfrowymi następnej generacji, świadoma, że przygotowanie technologiczne produkcji elektronicznych maszyn cyfrowych w istotny sposób różni się od przygotowania technologicznego produkcji klasycznej aparatury elektronicznej oraz uznając przygotowanie technologiczne maszyny UMC1 za jedyne w owym czasie w naszym kraju dojrzałe, spełniające wszelkie warunki wprowadzenia UMC1 do produkcji przemysłowej, aby jak najszybciej wejść w zagadnienia technologiczne elektronicznych maszyn cyfrowych, zwróciła się do Katedry Konstrukcji Telekomunikacyjnych o przekazanie dokumentacji maszyny UMC1 Zakładom ELWRO w celu uruchomienia jej produkcji, co nastąpiło w połowie 1961 r. Jeszcze w tym że roku w jesieni zbudowany został w ELWRO pierwszy egzemplarz UMC1. Jak wiadomo w latach 1962-64 ELWRO wyprodukowało serię 25 maszyn UMC1.

Maszyny UMC1 wyposażone były w pamięci bębnowe, których racja bytu w owym czasie była w pełni usprawiedliwiona. Wyprodukowanie tych pamięci wbrew pozorom nastroczało wiele trudności związanych z wymaganiami dużej precyzji ich mechaniki, trwałości, odporności na wpływy otoczenia, zwłaszcza^o zmian temperatury, niezawodności zapisu i odczytu itd. Pierwszy model PMB1 tej pamięci zbudowany w Zakładach Doświadczalnych spełniał jednakże stawiane mu wymagania. Po uruchomieniu produkcji następnych udoskonalonych modeli PMB2 i PMB3 okazało się, że zapotrzebowanie na te pamięci jest znacznie większe niż przewidywano. Uruchomiono więc produkcję małych serii coraz to nowych wersji pamięci kolejno aż do PMB8. W sumie wyprodukowano 51 pamięci PMB m.in. dla ELWRO, GUSiK, WAT, AGH, Instytutów Uczelnianych itd, w tym na eksport do Jugosławii i na Węgry.

Wersją tranzystorową maszyny UMC1 była maszyna UMC10. Po uruchomieniu i przebadaniu prototypu w 1965 r., w latach 1966/67 zbudowano jeszcze trzy egzemplarze tej maszyny dla Instytutu Geodezji i Kartografii, Państwowego Instytutu Meteorologicznego i Politechniki Warszawskiej.

Maszyna UMC10 była maszyną bezłączówkową. Jednym z celów budowy tej maszyny było zbadanie możliwości wyeliminowania łączówek z konstrukcji maszyny, łączówki były bowiem jednym z głównych źródeł zakłóceń pracy maszyny zwłaszcza łączówki krajowe. Głównym celem jednak było praktyczne zapoznanie nauczycieli akademickich z techniką tranzystorową maszyny cyfrowej i pamięciami ferrytowych.

O wyborze tematu prac realizowanych w Instytucie decydowały bowiem przede wszystkim potrzeby dydaktyki w tym sensie, że przestrzegana była zasada, że nauczyciel akademicki uczelni technicznej powinien znać przedmiot wykładany, przedmiot nauczany, z autopsji, z osobistej praktyki, a nie tylko z książek.

Większość nauczycieli akademickich Instytutu uczestniczyło w pracach projektowych, konstrukcyjnych związanych ze sprzętem lub oprogramowaniem, a kierownictwo Instytutu miało obowiązek inicjowania takich prac i popierania inicjatyw pracowników Instytutu, zwłaszcza prac odzwierciedlających trendy rozwoju dziedziny programowanych elektronicznych maszyn matematycznych w zakresie sprzętu jak i oprogramowania.

W związku z tym, na przykład równolegle z pracami nad maszynami UMC1 i UMC10 prowadzone były ze względu na potrzeby dydaktyki prace nad maszyną cyfrową do przetwarzania danych administracyjnych AMC-1 zakończoną w 1966 r.

Potrzeby dydaktyki w niemałej mierze zaważyły również m.in. na decyzji podjęcia się w Instytucie największego jak dotąd zadania opracowania i wykonania systemu GEO20 dla Zjednoczenia GEOKART. Zadanie to polegało na opracowaniu całkowicie nowego systemu mikrokomputerowego z bogatym oprogramowaniem, zawierającym m.in. wieloprocesowy system operacyjny, kilka wersji assemblera, translatora języka FORTRAN, bibliotekę testów i programów do obliczeń geodezyjnych. Wymagało również

opracowania podręczników dla użytkowników, szkolenia obsługi i programistów itp. W latach 1975-83 zainstalowano w ośrodkach Zjednoczenia GEOKART 7 systemów GEO-20.

W zamierzeniu wyłącznie dla celów dydaktycznych rozpoczęto pracę nad systemami mikrokomputerowymi w drugiej połowie lat siedemdziesiątych. Opracowany wtedy modułowy system mikrokomputerowy MSM dla wyposażenia studenckiego laboratorium mikrokomputerowego, jak się okazało, znalazł szereg innych zastosowań, w wyniku czego w latach 1982-85 wyprodukowano 17 takich systemów w wersjach MSM-01, MSM-02. Odbiorcami byli m.in.: RAWAR, PKP, GUS, WAT, Instytut Transport, Wojewódzki Szpital Zespolony itd.

Doświadczenie zdobyte w czasie prac nad niezawodnością przeliczników elektronowych, a potem maszyn UMC1 i UMC10 umożliwiły podjęcie ryzyka opracowania programowanych urządzeń telekomunikacyjnych SMC1 o wymaganej ekstremalnie dużej niezawodności, zbudowanych z tzw. "czipsów" tj. kostek z wtopionymi w nie elementami R.C. i półprzewodnikowymi. Główne trudności nastroczało opracowanie technologii umożliwiającej kontrolę zmian parametrów elementów zatapianych w procesie ich zatapiania i następnie w czasie procesu zanikania naprężeń w powstałych elementach. Trudności te i inne udało się pokonać, w rezultacie czego w latach 1963-65 przekazano do eksploatacji 26 urządzeń SMC-1 wraz z wyposażeniem w ilości 261 wzmacniaczy i urządzeń do badania diod i tranzystorów. Warto zauważyć, że przy okazji urządzeń takich wyprodukowano kilkadziesiąt dla różnych odbiorców, np. 10 dla Zakładów TEWA.

Prace nad SMC nie były kontynuowane jeśli nie liczyć wykonania po 6 latach eksploatacji pewnej ilości części zapasowych.

Do tego rodzaju niekontynuowanych opracowań należą m.in:

- maszyna cyfrowa AKORD wykonana w 1971 r. dla ośrodka obliczeniowego SW,

- maszyna cyfrowa ROBOT wykonana w 1972 r. w dwóch egzemplarzach dla Urzędu Telekomunikacji Międzyimiastowej Warszawa,

- przetwornik graficzno-cyfrowy wykonany w 1973 r. dla Instytutu Geodezji i Kartografii,

- pamięć kasetowa PK1; w latach 1976-80 wykonano 3 egzemplarze dla Instytutu Budownictwa Doświadczalnego im. Nenckiego,

- urządzenie do kasowania pamięci EPROM ERA2; w latach 1982-86 wykonano 15 egz. dla MSW, Instytutu Lotnictwa, OBRMZT Stalowa Wola, LOGICO itd.,

- monitor szyny BM; wykonano 8 egz, w latach 1982-85 dla Instytutu Transportu, Instytutu Telekomunikacji, WAT,

- programator pamięci PROG-2 poczynając od 1984 r. wykonano 15 egz. m.in. dla WAT, CEMI, MERA-Błonie, Instytutu Telekomunikacji Politechniki Warszawskiej, PZL, Mikrokomputery

- 3 stacje stanowisk operatorskich SWSO/4/z oraz 3 stacje SWSO/4/2 dla GUS.

Do tematów działalności badawczej, naukowej i inżynierskiej instytutu kontynuowanych przez dłuższe okresy czasu bądź ostatnio podjętych lecz rokujących długotrwałą ich aktualność można zaliczyć następujące:

- maszyny rodziny GEO do obliczeń geodezyjnych,

- wyspecjalizowane maszyny rodziny ANOPS do cyfrowego przetwarzania sygnałów bioelektrycznych,

- uniwersalne maszyny biometryczne UBM do przetwarzania sygnałów bioelektrycznych w czasie rzeczywistym,

- urządzenia KARDIO do nieinwazyjnych badań układu przewodzącego serca,

- urządzenia do cyfrowego przetwarzania sygnałów generowanych w procesie poszukiwania złóż bitumów metodą WEGA opracowaną przez Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa,

- koncentrator danych oraz bufor odbiorczy KD-02 systemu eksploatacji kopalni siarki.

Maszyny GEO

Inicjatorem prac nad maszynami cyfrowymi, projektowanymi i budowanymi dla potrzeb geodezji i kartografii był od początku lat sześćdziesiątych dr. Goździcki, pracownik naukowy Instytutu Geodezji i Kartografii. Był współautorem

oprogramowania dla potrzeb obliczeń geodezyjnych maszyn UMC1 i UMC10. Według jego koncepcji w latach siedemdziesiątych została opracowana konstrukcyjnie i technologicznie oraz wyprodukowana w latach 1968-70 seria 11 wąsko wyspecjalizowanych maszyn do rutynowych obliczeń geodezyjnych zawierających w pamięci komplet programów niezmiernie prostych w obsłudze. Maszyna ta, jako przeznaczona do zainstalowania w bardzo różnych prowincjonalnych ośrodkach, musiała być niezawodna przy pracy w pomieszczeniach nieklimatyzowanych w szerokim zakresie temperatur, odporna na narażenie w czasie transportu, na wahania napięcia zasilającego itp. Wymagania te jak się okazało spełniała. Następna seria 7 maszyn GEO20 ulepszonych i zmodyfikowanych, została przekazana użytkownikom w latach 1970-73, w roku zaś 1983 rozpoczęto pracę nad nową maszyną do obliczeń geodezyjnych mianowicie nad mikrokomputerem GEO3. Do 1985 r. ośrodkom Geodezji i Kartografii przekazano 7 maszyn GEO3, a w roku 1986 następne 3 maszyny wyposażone w system programowania SIGMA. Jak już była o tym mowa, w latach 1975-1983 wykonane zostały i przekazane do ośrodka Zjednoczenia GEOKART systemy GEO20:

W sumie zatem w latach 1967-86 opracowano oraz przekazano do eksploatacji 28 wyspecjalizowanych maszyn GEO2, GEO20, GEO3 i SIGMA GEO3. Maszyny te reprezentują historię rozwoju techniki cyfrowej od etapu techniki lampowej do etapu techniki mikrokomputerowej.

Maszyny ANOPS

W 1965 r. Pani profesor Hausmanowa, kierująca Kliniką Neurologiczną Akademii Medycznej, zwróciła się do Instytutu z propozycją podjęcia się przez Instytut zbudowania we współpracy z Kliniką Neurologiczną aparatury umożliwiającej zarejestrowanie pewnych zjawisk bioelektrycznych o natężeniu znacznie niższym od natężenia towarzyszących im szumów.

Urządzenia takie były demonstrowane w Londynie na jednym z sympozjów. Wzbudziły one duże zainteresowanie świata lekarskiego i biologów, ale dane o nich były bardzo skąpe. Zasada ich działania była jednak znana m.in. z dziedziny

podszumowego przesyłania sygnałów. Temat był dla Instytutu interesujący zarówno z poznawczego punktu widzenia jak i jego praktycznego znaczenia w innych dziedzinach działalności Instytutu. Badania możliwości realizacji, próby naszkicowania struktury urządzenia, już wtedy noszącej nazwę maszyny cyfrowej ANOPS, trwały do jesieni 1965 r. kiedy to zostało zawarte gentleman agreement z Panią profesor Hausmanową i jej współpracownikami rozpoczęcia wspólnych prac nad sprecyzowaniem założeń dotyczących funkcji jakie ma pełnić ANOPS, oraz założeń projektowych, według których zbudowano kolejno kilka modeli laboratoryjnych umożliwiających neurologom sprecyzowania ich żądań stawianych maszynie cyfrowej ANOPS. Owocem tych prac było wyprodukowanie w latach 1967-70 w zakładzie doświadczalnym Instytutu serii 15 wyspecjalizowanych maszyn cyfrowych ANOPS1 i przekazanie ich do wykorzystania w Klinice Neurologicznej PAN, Klinice Psychiatrycznej, Instytucie Psychoneurologii, Centrum Med. Doświadczalnej PAN, Zakładzie Fiziologii Człowieka oraz 3 maszyn w różnych instytucjach w Związku Radzieckim, a jednej maszyny w Czechosłowacji.

Na podstawie wniosków z praktyki użytkowania maszyny ANOPS1 w latach 1970-75 wyprodukowana została seria 13 odpowiednio zmodyfikowanych maszyn ANOPS10 m. in. dla Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej, Instytutu Biologii Doświadczalnej Akademii Medycznej we Wrocławiu, Akademii Medycznej w Krakowie, oraz 5 maszyn dla Związku Radzieckiego i Czechosłowacji. Jednocześnie w r 1972 wykonano 3 maszyny ANOPS10A odpowiednio zmodyfikowanych na żądanie odbiorcy. W tymże roku zbudowane zostały 2 maszyny ANOPS100 w technice tranzystorowej. Po wyciągnięciu wniosków z ich eksploatacji w następnych latach wyprodukowano 84 maszyny ANOPS101 z czego 34 dla Związku Radzieckiego 10 dla Czechosłowacji, 5 dla NRD, 4 dla USA, 1 dla Kanady i 1 dla RFN.

W latach 1981-82 opracowano wspólnie z Kliniką Neurologiczną AM nową metodę analizy czynności bioelektrycznej mięśni i w związku z tym zaprojektowano dostosowaną do tej metody wersję ANOPS105 wyprodukowaną w następnych latach w

ilości 32 egzemplarzy, z czego 11 dla Związku Radzieckiego, 3 dla Czechosłowacji, 2 dla NRD i 2 dla RFN. Jednocześnie w latach 1981-85 prowadzono prace nad nową, a mianowicie mikrokomputerową generacją maszyn ANOPS wykorzystującą modułowy system mikrokomputerowy MSM. Pierwszymi reprezentantami tej generacji były 2 maszyny cyfrowe ANOPS205 do analizy sygnałów EMG wykonane dla Kliniki Neurologicznej AM w Warszawie. W sumie w Instytucie opracowano we współpracy z Kliniką Neurologiczną kierowaną przez Panią profesor Hausmanową oraz wyprodukowano w zakładzie doświadczalnym Instytutu 152 maszyny rodziny ANOPS (ANOPS1, ANOPS10, ANOPS10A, ANOPS100, ANOPS101, ANOPS105, ANOPS205) z czego wyeksportowano 83 maszyny, m. in. do Związku Radzieckiego 51 maszyn, a ostatnio do USA, NRF, i Kanady- 8 maszyn.

Maszyny UMB

Do wyspecjalizowanych maszyn cyfrowych do badań biomedycznych o wzrastającej ostatnio atrakcyjności należą maszyny UMB opracowywane dla potrzeb m.in. rozwoju sportu, zwłaszcza wyczynowego. Studia nad problemami związanymi z tym tematem doprowadziły do zbudowania w latach 1973/74 modelu prototypu uniwersalnej maszyny biomedycznej UMB-2. Prace nad rozbudowaną wersją tej maszyny zakończone zostały wykonaniem 4 uniwersalnych maszyn biomedycznych UMB-10 przekazanych w latach 1982-84 Akademii Wychowania Fizycznego i Instytutowi Fizjologii AM. Od 1984 r. prowadzone są prace nad dalszą rozbudową UMB-10 i jego oprogramowaniem. Należy spodziewać się, że prace nad tym tematem będą musiały być kontynuowane przez dłuższy okres czasu i że znaczenie ich będzie rosło z czasem.

Urządzenia KARDIO

Są to urządzenia do niewazyjnych badań układu przewodzącego serca. Inicjatorem podjęcia tego tematu był prof. dr Marian Stopczyk. Prace nad takimi urządzeniami rozpoczęto w 1977 r. W roku 1978 model tego urządzenia nazwanego KARDIO-78 został przekazany do Instytutu

Biocybernetyki prof. Stopczyka. Na podstawie wniosków z eksploatacji KARDIO-78 opracowano ulepszony model, którego 2 prototypy KARDIO-80 wykonano w 1980 oraz przekazano je do Centrum Medycznego Szkolenia Podyplomowego oraz do Wojewódzkiego Szpitala Zespolonego w Warszawie. W 1982 r. podjęto pracę nad nową generacją urządzeń do nieinwazyjnych badań układu przewodzącego serca opartych na zastosowaniu techniki systemów mikrokomputerowych, m. in. na zastosowaniu MSM. Wynikiem tych prac było wyprodukowanie dwóch egzemplarzy urządzeń ANOPS-KARDIO 85 pracujących obecnie u prof. Stopczyka i w Akademii Medycznej w Krakowie.

Urządzenia cyfrowe WEGA

W 1976 r. rozpoczęto wstępne badania nad cyfrowym urządzeniem pomiarowym do zbierania i rejestracji danych generowanych w procesie poszukiwania złóż bitumitów metodą opracowaną przez Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa. W wyniku tych badań rozbudowane w 1979 r. urządzenia cyfrowe przekazano Instytutowi do przeprowadzenia prac terenowych, po których zostało ono zastosowane w systemie WEGA w pracach poszukiwawczych. W 1982 r. rozpoczęto pracę nad mikroprocesorowym urządzeniem cyfrowym WEGA D-02, którego prototyp oddano wraz z oprogramowaniem w 1985 r. Instytutowi Górnictwa Naftowego i Gazownictwa do przeprowadzenia prac terenowych.

Koncentrator danych

W 1982 r. podjęto pracę nad mikroprocesorowym koncentratorem do zbierania, przesyłania i rejestracji danych pomiarowych w procesie produkcyjnym kopalni i zakładów przetwórczych siarki SIARKOPOL w Tarnobrzegu. Zaprojektowany i wykonany w Instytucie model koncentratora przeszedł badania eksploatacyjne w 1983 r., w wyniku których opracowano w 1985 r. prototyp koncentratora danych i bufora odbiorczego jednakże o znacznie większych możliwościach przetwarzania danych.

Jednym z najtrudniejszych problemów technicznych projektowania, konstruowania i wyprodukowania koncentratora

było zapewnienie mu niezawodności w bardzo trudnych warunkach eksploatacji. Pomyślnie rozwiązanie tego problemu, co potwierdziła eksploatacja koncentratora w kopalni, uzasadniało zaakceptowanie planu zainstalowania koncentratora w lokalnej sieci przemysłowej oraz podjęcie dalszych prac m. in. nad włączeniem do systemu funkcji sterowania procesami technologicznymi.

Seria 11 koncentratorów została wykonana i zainstalowana do końca 1987 r. oraz zamówionych zostało dalszych 11 koncentratorów, których wykonanie i zainstalowanie nastąpi w r. 1989.

Wydaje się, że Instytut będzie zaabsorbowany omawianym tematem dopóty, dopóki istnieć będą w Tarnobrzegu kopalnie i zakłady przetwórcze siarki.

W sumie w Instytucie Informatyki od czasu kiedy Instytut występował pod szyldem Katedry Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Katedry Technologii Sprzętu Elektronicznego - opracowano 30 typów różnych elektronicznych maszyn cyfrowych i urządzeń cyfrowych uniwersalnych i wyspecjalizowanych, a w zakładzie doświadczalnym wyprodukowano 280 tych maszyn i urządzeń cyfrowych, z czego wyeksportowano 83 maszyny. Ponadto w tym samym czasie opracowano i wykonano m. in. 10 typów pamięci DBM i innych, w sumie 53 pamięci, 15 urządzeń do kasowania pamięci EPROM, 15 programatorów pamięci, 18 stacji i stanowisk operatorskich, 8 monitorów szyny, 24 stanowiska do ćwiczeń laboratoryjnych, itd.

W wysokim stopniu dodatnio na wyniki praktycznej działalności Instytutu zaważyły z jednej strony technologiczne umiejętności zwłaszcza pracowników zakładu doświadczalnego, z drugiej zaś strony świadomość, że inżynier projektant sprzętu informatyki powinien gruntownie znać programowanie. Ten postulat był realizowany konsekwentnie również przez program nauczania na specjalności Budowa Maszyn Matematycznych i obecnie jest realizowany na kierunku Informatyka. Programowanie na kierunku Informatyka wykładają inżynierowie informatycy. O ich kwalifikacjach świadczy między innymi wykaz kilkudziesięciu pozycji książkowych ich

autorstwa, m. in. 32 pozycje książkowe autorstwa dra. Jana Bieleckiego, traktujące m. in. o języku Algol, Fortran, Pascal, PL/1, Ada i wreszcie o wszystkich językach programowania mikrokomputerów, jak Turbo Pascal, PL/M, ISIS, Turbo C itd. Łączny nakład książek dr. Bieleckiego dotyczący programowania mikrokomputerów wydanych w Wyd. Politechniki Warszawskiej, PWN, WNT, Wyd. Komunikacji i Łączności wynosi dotychczas 200 tys. egzemplarzy, w druku zaś są takie pozycje, jak Język Fortran. Podstawy grafiki w języku Basic i Turbo Pascal, System Quick, Grafika Turbo (od Turbo Pascal do Turbo C)

Również korzystne było dla wyników działalności Instytutu przestrzeganie zasady ścisłej współpracy z przyszłymi użytkownikami tych wyników które niekiedy przekształcało się we współautorstwo.

Wreszcie na zakończenie należy stwierdzić, że niewątpliwie najpoważniejszym osiągnięciem Instytutu Informatyki, mającym największe praktyczne znaczenie dla gospodarki narodowej, było wyszkolenie w latach 1959-1988 kadry liczącej 735 wysoko wykwalifikowanych magistrów, inżynierów informatyki. Instytut nigdy nie uległ naciskom z różnych stron zwiększenia ilości kształconych magistrów, inżynierów informatyki, kosztem ich jakości, co stwierdzam ze szczególną satysfakcją.

Od Grupy Aparatów do Instytutu Maszyn Matematycznych
Garść wspomnień z początków informatyki w Polsce

Leon Łukaszewicz, Warszawa

Młodość jest nieustannym upojeniem;
jest to gorączka myśli.

La Rochefoucauld

Oto mija już lat czterdzieści jak kilka pozornie dość zwykłych działań, w których i ja brałem udział, zapoczątkowały informatykę w naszym kraju. Doprowadziły one bowiem do uformowania w końcu 1948 roku Grupy Aparatów Matematycznych - krótko GAM, przy powstającym wówczas Państwowym Instytucie Matematycznym. Historia tej grupy została już raz dość dokładnie opisana z okazji 15 - lecia wyrosłego z GAM, a działającego już w przemyśle Instytutu Maszyn Matematycznych, w skrócie IMM, i opisy te znajdują się w materiałach tej konferencji. Dlatego też w tych oto wspomnieniach ograniczę się przede wszystkim do przedstawienia kilku mniej znanych zdarzeń oraz atmosfery tych dawnych, a dla mnie jakże pięknych lat.

Dla mnie zaczęło się to tak. Jako świeżo upieczony inżynier rozpocząłem we wrześniu 1948 roku pracę w dziale radiolokacji ówczesnego Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego w Warszawie. Jednocześnie, będąc kiedyś asystentem matematyki na Politechnice Gdańskiej, kontynuowałem studia matematyczne na Uniwersytecie Warszawskim. Stąd też wielu inżynierów Instytutu zwracało się do mnie o rozwiązywanie różnych zadań matematycznych wraz z przeprowadzeniem obliczeń. Obliczenia te wykonywałem posługując się najczęściej papierem, ołówkiem i suwakiem logarytmicznym. W szczególności prosił mnie nieraz o takie przysługi ówczesny dyrektor tego Instytutu, Profesor Janusz Groszkowski, który rozwijał wówczas swą znaną teorię generacji częstotliwości. Na jednym z naszych spotkań profesor poinformował mnie, że w powstającym właśnie Państwowym Instytucie Matematycznym planuje się zbudowanie

elektronicznej maszyny liczącej. Dodał też, że jeśli mnie ten problem interesuje to powinienem nawiązać kontakt z Profesorem Kazimierzem Kuratowskim, organizatorem tego Instytutu. Nie trzeba mi było tego dwa razy powtarzać bo właśnie przeczytałem w czasopiśmie Elektronics o Eniac'u i byłem pod wielkim wrażeniem zarówno konstrukcji jak i możliwości obliczeniowych tej maszyny. Wynikało z nich, że to co ja liczę cały dzień maszyna ta liczy w sekundy.

Co żywo więc zgłosiłem się do Profesora Kuratowskiego, który przyjął mnie w listopadzie 1948 roku w gmachu fizyki doświadczalnej na Hożej. Opowiedział mi On, że w czasie swej ostatniej podróży do Stanów Zjednoczonych dowiedział się o wielkich korzyściach jakie dla zastosowań matematyki mogą przynieść maszyny liczące. W Stanach więc planuje się budowę co najmniej kilkunastu takich maszyn, wobec czego chociaż jedna taka maszyna powinna być zbudowana w Polsce. W tym celu chciałby powołać w swoim instytucie odpowiednią grupę i chętnie by mnie w niej zatrudnił. Jako kierownika tej grupy przewiduje Doktora Henryka Greniewskiego, logika i statystyka, lecz innych pracowników jeszcze nie ma. Zapytany o możliwych kandydatów wymieniłem moich byłych kolegów z Politechniki Gdańskiej, a ówczesnych magistrantów: Krystyna Bochenka i Romualda Marczyńskiego. Kandydaci ci po krótkich wahaniach przyjęli ochoczo przedstawioną im propozycję. W rezultacie, w grudniu 1948 roku zapadła decyzja powołania, w wymienionym składzie, Grupy Aparatów Matematycznych powstającego właśnie Instytutu.

Zadanie jednak jakie przed nami stało było prawie nierealne, albowiem maszyna Eniac, wzór dany nam do naśladowania, była gigantem zawierającym przeszło 18.000 lamp elektronowych. Była ona jednym ze szczytowych osiągnięć ówczesnej technologii amerykańskiej, a pomimo to, o czym nie wiedzieliśmy, niezbyt często pracowała poprawnie z powodu ciągłych awarii. Maszyny zaś analogowe, konkurujące wówczas z cyfrowymi, wymagały dużej precyzji działania, nieosiągalnej bez odpowiednich komponentów. My zaś nie mieliśmy wtedy ani właściwego sprzętu ani też doświadczenia w budowie złożonego,

a jednocześnie niezawodnego sprzętu. Powierzenie nam tego zadania było więc bardzo ryzykowne i chyba tylko nasz młodzieńczy zapał dawał jakieś szanse, że w końcu zostanie ono wykonane. Instytut zdawał sobie z tego sprawę i czynił to jedno co mógł: stawiał na naszą młodość, obdarzał nas zaufaniem, przyglądał się co robimy i cierpliwie czekał na wyniki.

Przez początkowe półtora roku GAM nie miał nawet lokalu, działo się to bowiem wszystko w ciągle jeszcze zburzonej Warszawie. Okres ten więc ubiegł nam na planowaniu zajęć laboratoryjnych, studiach zaczynającej docierać do nas literatury oraz spotkaniach seminaryjnych. Jednym z tematów tych spotkań było poprawne zdefiniowanie pojęcia maszyny liczącej, a więc problemu, jak byśmy to dziś powiedzieli, z matematycznych podstaw informatyki. Prowadził go oczywiście, jako logik, Doktor Henryk Greniewski. Powierzenie Mu kierownictwa naszej grupy okazało się szczęśliwą decyzją. W samej budowie komputerów nie mógł On wiele pomóc, ale miał z nas wszystkich największe doświadczenie życiowe i dzielił się nim z nami bardzo chętnie. Poza tym miał On wielki urok osobisty, a dyskutując z Nim na tematy ogólnonaukowe zapominało się o całym świecie.

Wreszcie, jesienią 1950 roku, Instytut Matematyczny otrzymał lokal przy ulicy Śniadeckich 8. Była to część odbudowywanego właśnie budynku dawnego Warszawskiego Towarzystwa Naukowego. W lokalu tym grupa nasza dostała aż trzy pokoje, z których jeden służył nam na spotkania i mieścił nasze biurka; drugi służył jako magazyn części, a trzeci, największy, jako pokój laboratoryjny. W jednym kącie tego pokoju kolega Bochenek budował swój Analizator Równań Algebraicznych Liniowych, ARAL; w drugim ja budowałem swój Analizator Równań Różniczkowych ARR; a w dwóch pozostałych kątach kolega Marczyński budował swoją Elektroniczną Maszynę Automatycznie Liczącą, EMAL. Dopiero po trzech latach lokal GAM-u został dość znacznie powiększony.

W latach początkowych GAM-u, jeszcze na Śniadeckich, dołączyło do nas wielu zdolnych choć bardzo jeszcze młodych

entuzjastów maszyn matematycznych. Byli to zwłaszcza, w kolejności dołączania, inżynierowie Zygmunt Sawicki, Zdzisław Pawlak, Andrzej Łazarkiewicz, Jerzy Fiett, Wojciech Jaworski, Władysław Majerski, Jerzy Dańda, Marek Karpiński, Eugeniusz Nowak, Konrad Fiałkowski; matematycy Adam Empacher, Andrzej Wakulicz, Antoni Mazurkiwicz, Tomasz Pietrzykowski, Józef Winkowski, Jerzy Swianiewicz, Krzysztof Moszyński i Paweł Szeptycki; a nieco później Jan Borowiec, Jan Wierzbowski, Stefan Sawicki i Andrzej Wiśniewski; oraz ówczesni laboranci Michał Bochańczyk, Henryk Furman, Andrzej Switalski, Konrad Elżanowski, Antoni Ostrowski i Henryk Przybysz.

Pracę moją w Instytucie Matematycznym uważałem nie tylko za bardzo ciekawą, ale i zaszczytną, gdyż Instytut skupiał wówczas wielu słynnych polskich uczonych. Z wieloma z nich spotykałem się niemal na co dzień. Byli to Kazimierz Kuratowski, wieloletni dyrektor Instytutu oraz Stanisław Mazur pomocny nam w wielu sprawach. Pracą zaś naszą opiekowali się ogólnie wicedyrektorowie Instytutu do spraw zastosowań, początkowo Hugo Steinhaus, a później Stanisław Turski. Wacław Sierpiński rozpytywał mnie nie raz o możliwości obliczania bardzo dużych liczb pierwszych, a pracujący przejściowo w Instytucie Oskar Lange o możliwości obliczeń przepływów międzygałęziowych w Jego modelu narodowej gospodarki. Wszyscy Oni traktowali nas jako swoich młodych lecz kompetentnych już kolegów i interesowali się wynikami naszej pracy. Bezценne wspomnienia!

Praca ta jednak, choć tak interesująca i zaszczytna, była bardzo nisko płatna. Dwukrotnie wyższą pensję jak i upragnione mieszkanie nie jeden z nas mógł łatwo otrzymać gdzie indziej. Zwróciliśmy się więc do Profesora Kuratowskiego z prośbą o jakieś podwyżki. Otrzymaliśmy odpowiedź, że tak niskie płace są surowym wprawdzie, ale niezbędnym sprawdzianem młodych ludzi czy praca naukowa jest istotnie jedynym ich powołaniem.

Gdybyśmy dobrze płacili to kogo byśmy tu mieli, pytał z troską Profesor Kuratowski. Argument ten nie przemówił do nas wówczas lecz nikt oczywiście nie opuścił uwielbionej przez nas pracy. Po jakimś czasie jednak, w wyniku starań Instytutu

kilku z nas otrzymało mieszkania.

Pierwszą ważną maszyną jaką udało się nam uruchomić był wspomniany już analogowy Analizator Równań Różniczkowych ARR. Miał on imponujące rozmiary i zawierał około czterystu lamp elektronowych. Pracowały one w następujących układach liczących dokładnych do kilku promili: osiem integratorów, osiem sumatorów, sześć układów mnożących i sześć nieliniowych układów funkcyjnych. Pozwalało to więc na rozwiązywanie układów równań różniczkowych zwyczajnych, do ośmiu pierwszego rzędu włącznie, a ich rozwiązania można było obserwować jednocześnie na wielu ekranach. Parametry tych równań zmieniano się łatwo przez zwykłe pokręcanie gałkami, a efekt tych zmian był natychmiast widoczny. W owym czasie możliwości takie były jeszcze niedostępne przy użyciu maszyn cyfrowych. Wkrótce też ARR znalazł wiele zastosowań, na przykład do badania nieliniowych drgań mechanicznych. Była to pierwsza u nas systematycznie eksploatowana maszyna licząca i ściągnęła ona do nas wielu uzdolnionych matematyków.

Uznanie z jakim spotkał się ARR znalazło wyraz w postaci nagrody państwowej II stopnia, przyznanej konstruktorom tej maszyny w roku 1955. Uznanie to było bardzo nam potrzebne gdyż oczekiwanie na pierwsze efekty pracy GAM-u przeciągało się już nadmiernie wyczerpując cierpliwość władz Akademii, a powoli też Instytutu. . Teraz zaś mieliśmy nowy kredyt zaufania; tak więc ARR utorował drogę dalszym maszynom.

Istotną przyczyną naszych opóźnień był brak dostatecznie dokładnych i niezawodnych komponentów, w szczególności lamp elektronowych. Początkowo używaliśmy lamp i oporników krajowych lecz jakoś ich nie była dostateczna. Korzystaliśmy też często z komponentów pozostawionych na Dolnym Śląsku przez Wehrmacht, lecz zakres ich zastosowań był dość ograniczony. Dopiero później pojawiły się choć skromne to dla nas bardzo ważne możliwości importu. Niektóre zaś przyrządy pomiarowe, np. oscyloskopy, początkowo budowaliśmy sami.

Zawodność dostępnych nam komponentów stała się też główną przyczyną, że maszyny cyfrowej EMAL nie udało się uruchomić. Z tego powodu w początku 1956 roku dyrekcja Instytutu

zdecydowała, aby wszystkie siły ówczesnego już Zakładu Aparatów Matematycznych, w skrócie ZAM, połączyć w jeden zespół z zadaniem ponownej próby zbudowania maszyny cyfrowej. Tym razem powiodło się - w wyniku wyteźonej pracy zespołowej została zaprojektowana, wykonana, a następnie, jesienią 1958 roku, uruchomiona pierwsza polska poprawnie funkcjonująca elektroniczna maszyna cyfrowa, nazwana XYZ. Wykonywała ona, dzięki pamięci akustycznej, około 800 operacji na sekundę, będąc przez to szybszą od maszyn cyfrowych zbudowanych już po niej przez inne ośrodki krajowe w ciągu następnych kilku lat. Pokazy XYZ organizowane dla naszych władz, a również i szerszej publiczności, wywołały ogromne zainteresowanie.

Konstruując XYZ zdawaliśmy sobie dobrze sprawę ze skromności naszych środków i doświadczenia. Dlatego też, gdzie tylko się dało, korzystaliśmy z rozwiązań zagranicznych. Architektura XYZ była uproszczeniem i tak już prostej architektury maszyny IBM 701; zakładaliśmy, że taka firma jak IBM w wyborze swym nie może się mylić. Konstrukcja zaś komórek elementarnych XYZ była zapożyczona od maszyny radzieckiej Besm 6. Były to dynamiczne przerzutniki, których opis, poparty obrazową demonstracją, otrzymaliśmy od ich konstruktorów na początku 1956r. w Moskwie. Odznaczały się one dużą niezawodnością, a jednocześnie oszczędnością środków i energii - z jednej lampy elektronicznej, tzw. duotridy, można było uzyskać nie jedną, jak dotychczas, lecz dwie komórki elementarne. Pamięć zaś szybka XYZ zapożyczona została od EMALa. Była to pamięć akustyczna, oparta na rurach rtęciowych, skonstruowana przez Romualda Marczyńskiego, a udoskonalona przez Jerzego Dańdę. Pamięć ta pomimo wszelkich wysiłków, nigdy nie pracowała zbyt pewnie. Dlatego też we wszystkich następnych modelach zastąpiona została przez pamięć akustyczną opartą na drutach niklowych. Wkrótce też do XYZ dołączona została pamięć bębnowa służąca jako pamięć pomocnicza. Całością budowy XYZ kierował sprzężycie Zygmunt Sawicki.

Maszyna XYZ już wkrótce po swoim uruchomieniu została oddana do regularnej eksploatacji, wykonując liczne odpłatne zamówienia w ramach Biura Obliczeń i Programów, wydzielonej

jednostki Zakładu Produkcji Doświadczalnej ZAM..

Ogólnie biorąc, budowa i pomyślna eksploatacja XYZ miały dla początków rozwoju naszej informatyki przełomowe znaczenie. Wykazały one przede wszystkim, że wytwarzanie sprawnie działających uniwersalnych maszyn cyfrowych o nie małych jak na owe czasy możliwościach jest w Polsce możliwe. Maszynami tymi zainteresowały się więc szybko liczne inne ośrodki naukowe i władze gospodarcze. Od tej chwili, rozwój informatyki w Polsce stał się sprawą ogólnokrajową.

Maszyna XYZ została wkrótce udoskonalona i powielona, pod nazwą ZAM 2, w kilkunastu egzemplarzach pracujących już niezawodnie w kraju i za granicą. Produkcji tej dokonał wspomniany już Zakład Doświadczalny działający przy Instytucie Maszyn Matematycznych PAN, w jaki to z kolei przekształcił się ZAM. Za osiągnięcia te twórcy XYZ i ZAM 2 zostali wyróżnieni, jak kiedyś twórcy ARR, zespołową Nagrodą Państwową II stopnia, przyznaną im w 1964 roku.

Silnym atutem maszyn XYZ i ZAM 2 było ich oprogramowanie, a w szczególności tak zwany System Automatycznego Kodowania, w skrócie SAKO, uruchomiony na XYZ w 1960 roku. Można go krótko opisać jako "polski Fortran". Według słów akademików radzieckich W.M. Głuszkowa i S.S. Sobolewa, wypowiedzianych na konferencji na temat oprogramowania w roku 1961 w Warszawie, był to system z jakim nie spotkali się oni jeszcze u siebie. Podobną opinię wypowiedział w 1964 roku prezes Radzieckiej Akademii Nauk, Akademik S. Kiełdysz, w czasie Jego wizyty w naszym Instytucie w Warszawie. Na naszą prośbę Akademik Kiełdysz sformułował pewien dość prosty lecz nie trywialny problem obliczeniowy; podać przybliżone rozwiązanie cząstkowego równania różniczkowego ciepła z zadanymi warunkami początkowymi i brzegowymi. Problem ten został bardzo szybko zakodowany w SAKO przez Antoniego Mazurkiewicza, po czym maszyna ZAM 2 po kilkunastu minutach liczenia wydrukowała prawidłowy wynik. Szybkością tej całej operacji Pan Prezes był mocno zaskoczony.

Tak więc, w początkowych latach sześćdziesiątych, realny stał się szybki rozwój informatyki krajowej opartej w znacznej

mierze na własnych osiągnięciach. W klasie maszyn niewielkich maszyny ZAM 2 zbliżone były do wielu maszyn produkowanych w tym że czasie w Europie Zachodniej, Związku Radzieckim, a także i Japonii, gdzie pierwsza maszyna cyfrowa zbudowana została nieco tylko wcześniej niż XYZ. W zakresie zaś oprogramowania zajmowaliśmy, wśród wszystkich krajów naszego bloku, pozycję szczególnie silną. We Wrocławiu powstała fabryka , której naczelnym przeznaczeniem miała być budowa komputerów, a której zasadnicza kadra inżynierska przeszła wielomiesięczny staż w pracowniach naszego instytutu. Mieliśmy więc w kraju, i to nie tylko w instytucie, wyszkoloną kadre inżynierów i matematyków, którym można było powierzyć dalsze ambitne zadania w dziedzinie budowy, oprogramowania i produkcji maszyn matematycznych. Ale co z tego w końcu wyszło to jest już całkiem inna historia.

JAK BUDOWAŁEM APARATY MATEMATYCZNE (1948 - 1958)

Romuald W. Marczyński

Dobrze jest obce rzeczy znać,
a swoje obowiązek.

Encyklopedia Staropolska Glogera

Miasto Skarżysko-Kamienna znajdujące się w połowie drogi między Warszawą, a Krakowem, położone u podnóża Gór Świętokrzyskich, jest moim rodzinnym miastem. W nim w roku 1939 tuż przed wojną ukończyłem szkołę średnią (Liceum), jako pierwszy produkt reformy oświatowej Jędrzejowicza. Miałem zdawać na Politechnikę Warszawską, niestety wybuchła wojna i studiowanie stało się niemożliwe. W tym miejscu chciałbym wyrazić wdzięczność dla mojego nauczyciela w Liceum, biologa Stanisława Zwolińskiego, z którym nieprzerwany ciąg dyskusji na lekcjach nie tylko z biologii ale i innych dziedzin, rozbudził we mnie dociekliwość i zainteresowanie naukowe.

Wojnę przeżyłem ucząc się, studiując matematykę wspólnie z Krystynem Bochenkiem i reperując radia dla organizacji podziemnych. Toteż gdy w styczniu 1945 roku Skarżysko zostało wyzwolone od Niemców, natychmiast jak tylko było możliwe, udałem się wraz z Krystynem na studia do Lublina, gdzie zapisaliśmy się na Politechnikę Warszawską w Lublinie. Wtedy to było możliwe, gdyż większość młodych ludzi jechała na zachód "na szaber" zamiast iść na studia. Tam ukończyliśmy pierwszy rok, zaś następny rok na Politechnice Gdańskiej. Poznałem tam drugiego po Krystynie przyszłego informatyka Leona Łukaszewicza. Pozostali oni w Gdańsku, zaś ja przeniosłem się na Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej, który ukończyłem pod koniec roku 1948, a następnie podjąłem pracę jako asystent w Katedrze Radiotechniki Politechniki Warszawskiej u prof. Groszkowskiego i prof. Ryżki.

Wcześniej tuż po przeniesieniu się do Warszawy w roku 1946 przeczytałem w Problemach [1] artykuł o ENIAC'u, który bardzo mnie zafascynował. Spowodowało to, że późniejszą propozycję L. Łukaszewicza zainteresowania się maszynami matematycznymi przyjąłem z entuzjazmem.

Dnia 23 grudnia 1948 roku miało miejsce historyczne zebranie gdy w pokoju "Seminarium matematyczne" znajdującym się wtedy na ul. Hożej w Instytucie Fizyki spotkało się sześć osób: prof. K. Kuratowski, prof. A. Mostowski, dr. H. Greniewski, i trzech inżynierów K. Bochenek, L. Łukaszewicz oraz piszący te słowa. Celem tego zebrania było omówienie możliwości budowy i podjęcie decyzji budowy wtedy tak zwanych Aparatów Matematycznych i tak się rozpoczął mój związek z Aparatami Matematycznymi.

Rok 1949 to nieustanne dyskusje doktora Greniewskiego i trójki inżynierów nad "teoriami" dotyczącymi Aparatów Matematycznych i ewentualna ich budowa. W końcu roku 1950, po utworzeniu Instytutu Matematycznego, przystąpiliśmy do organizowania laboratorium w utworzonej w Instytucie Grupie Henryka Greniewskiego, którego właśnie usunięto z przyczyn politycznych z Komisji Planowania. Pierwszymi pracownikami tej Grupy była owa czwórka. Przystąpiono do wstępnych prac. Ja zająłem się maszynami cyfrowymi zaś Bochenek i Łukaszewicz maszynami analogowymi, fot. 1.

Praktycznie do roku 1954 nie mieliśmy kontaktów z zagranicą, za wyjątkiem Czechosłowacji, gdzie Antonin Swoboda projektował swoją przekaźnikową maszynę SAPQ. Była to pierwsza maszyna na świecie tolerująca błędy. Nie miała jednak ona praktycznie wpływu na nasze projekty. Otrzymaliśmy od niego tylko pomoc w zakresie literatury; fot. 2.

Prace nad maszynami matematycznymi, tylko o nich dalej piszę, wystartowały w GAM od roku 1952. Początkowo uczestniczył w nich mały zespół ludzi: Zdzisław Pawlak, Zygmunt Sawicki oraz Henryk Furman, Gustaw Śliwicki i ja.

Pierwszym projektem w rozwoju polskich elektronicznych komputerów była konstrukcja rtęciowej pamięci ultradźwiękowej projektowanej i budowanej z H. Furmanem (lata 1952 - 1953).

Wybór tej pamięci podyktowany był zamiarem zbudowania maszyny cyfrowej o dostatecznie dużej jak na owe czasy szybkości. Pamięć ta miała decydujący do roku 1959 wpływ na projekty dalszych polskich maszyn, fot. 3, 4.

W okresie 1952 - 1959 zbudowano cztery maszyny cyfrowe : EMAL, XYZ, EMAL - 2 i BINEG. EMAL i XYZ były budowane w Państwowym Instytucie Matematycznym, EMAL - 2 był projektem realizowanym w katedrze Sieci Elektrycznych Politechniki Warszawskiej i Instytucie Badań Jądrowych, zaś BINEG w Katedrze Konstrukcji Telekomunikacyjnych Politechniki Warszawskiej. Chciałbym jeszcze dodać, że maszyny XYZ oraz BINEG były budowane przez moich uczniów, którzy zapoznali się z aparatami matematycznymi przy budowie EMALA.

Do dziś nie ma niestety żadnej polskiej publikacji o maszynach, które konstruowaliśmy i budowaliśmy w początkowym okresie dlatego opiszę skrótowo dwie maszyny: EMAL i EMAL 2 ; ich charakterystyki techniczne i strukturalne. (EMAL to skrót nazwy Elektronowa Maszyna Automatycznie Licząca) [3], [4].

Pierwszym polskim projektem był EMAL (lata 1953 - 1955). Maszyna EMAL była szeregową, dwójkową, jednoadresową. Zbudowana była na logice opartej na starej technologii lampowej i wcześniej opracowanej pamięci rtęciowej o pojemności 512 słów 40 bitowych umieszczonych w 32 rurach z rtęcią pracującej na częstotliwości 750kHz. Wpływ temperatury był kompensowany przez automatyczną zmianę częstotliwości. EMAL miał stało-przecinkową arytmetykę, znak plus absolutną wartość. Format danych i rozkazów pokazano w tab. I.

Na rys.1 pokazano schemat blokowy EMALA. Składa się on z pamięci P, jednostki arytmetyczno - logicznej AR, sterowania S, sprzęgu do pamięci TL i sprzęgów WY i WM dla wejścia/wyjścia. EMAL miał dynamiczne i statyczne rejestry. Statyczne rejestry oznaczono biało - czarnymi trójkątami. maszyna miała dwa niezależnie adresowalne dostępy do pamięci. Jeden dostęp był dla danych drugi dla rozkazów lecz miał tylko jeden dostęp dla zapisu danych. Mechanizmy te pozwalały na niezależny odczyt danych i rozkazów.

TABLICA I ROZKAZY MASZINY EMAL

	Rozkazy	Funkcje
	1. Dodaj	$(A) + (Pn) \rightarrow A$
	2. Odejmij	$(A) - (Pn) \rightarrow A$
	3. Pomnóż i dodaj	$[(A) + (M) * (Pn) \rightarrow (A)]$
	4. Pomnóż i odejmij	$[(A) - (M) * (Pn) \rightarrow (A)]$
	5. Podziel i dodaj	$[(A) + (M) * (Pn) \rightarrow (A)]$
	6. Podziel i odejmij	$[(A) - (M) * (Pn) \rightarrow (A)]$
	7. Pomnóż przez (n)	$(A) * 2^n \rightarrow (A)$
	8. Pomnóż przez (-n)	$(A) * 2^{-n} \rightarrow (A)$
	9. Przesuń w lewo	$\leftarrow (A)$
	10. Przesuń w prawo	$(A) \rightarrow$
	11. Wartość absolutna	$ A \rightarrow (A)$
TRYB 1	12. Suma logiczna	$[(M) \vee (Pn) + (A)] \rightarrow (A)$
	13. Iloczyn logiczny	$[(M) \wedge (Pn) + (A)] \rightarrow (A)$
	14. Załaduj M	$(Pn) \rightarrow M$
	15. Pamiętaj i zeruj A	$(A) \rightarrow Pn, 0 \rightarrow A$
	16. Zapamiętaj A	$(A) \rightarrow Pn$
	17. Skok 1 warunkowy	$n \rightarrow LR \text{ if } (A) > 0$
	18. Skok 2 warunkowy	$n \rightarrow LR \text{ if } (A) < 0$
	19. Skok bezwarunkowy	$n \rightarrow LR$
	20. Drukuj jeden znak	
	21. Czytaj jeden znak	
	22. STOP	
TRYB 2	23. Czytaj taśmę	

Maszyna EMAL pracowała w dwóch trybach pracy: 1. Tryb 1 praca normalna, 2. Tryb 2 automatycznego czytania informacji.

W trybie 2 przez wejście WM przesyła się dane do kolejnych komórek pamięci począwszy od komórki m do końca taśmy z informacjami.

Maszyna ta była wyposażona w dodatkową pamięć dla rozkazów w układzie sterującym w postaci dwóch rejestrów dla przechowywania dwóch rozkazów. Ta dodatkowa pamięć i mechanizm

podwójnego dostępu do pamięci powodował, że szybkość pracy maszyny była większa o około 60% niż szybkość bez tych mechanizmów. Dodatkowa pamięć o niezależnym dostępie dla rozkazów bez skoków podnosi szybkość do około 100%, zaś skoki zmniejszały jej szybkość o 40%. Dlatego, gdy skoki nie były wykonywane nie malała jej szybkość. Pojemność tej dodatkowej pamięci wynikała stąd, że dla pobrania jednego rozkazu potrzeba było jednego dużego cyklu pamięci. Problem przyspieszania pracy uwzględniając skoki wymagał użycia dodatkowych mechanizmów architektonowo - sprzętowych, które poraz pierwszy zapoczątkowano w EMALu. Nie jest on jednak do dziś całkowicie rozwiązany. Prowadzone są ciągłe badania w tym kierunku na świecie. Niestety maszyna ta w pełni nigdy nie pracowała. Spowodowane to było złą jakością elementów dostępnych wtedy w Polsce (lampy, elementy, łączówki, itp), które powodowały problemy bardzo trudne do pokonania w realizacji tak dużej maszyny pracującej na statycznych przerzutnikach. Trudności te zostały pokonane w następnych trzech polskich maszynach używających lepszych i nowocześniejszych elementów oraz wykorzystujących technikę dynamiczną w układach logicznych.

Jest oczywiste, że tzw. raport von Neumanna [2] i maszyna Wilkesa [3] miały wpływ na projekt EMALA, tym niemniej w EMALu, jak wynika z dotąd opublikowanych prac, po raz pierwszy na świecie zastosowano specjalne mechanizmy dla przyspieszenia pobierania, a więc i wykonywania rozkazów.

W okresie "międzymaszynowym" od EMALA do EMALA 2, zajmowałem się problemami związanymi z technologią i wykorzystywaniem elementów magnetycznych i ferrytowych. W tym czasie zbudowałem model pamięci ferrytowej, opracowywałem technologie układów magnetycznych, bawiłem się transfluksorami oraz magnetycznymi strukturami wielootworowymi, jak również problemami związanymi z technologią magnetycznych pamięci bębnowych. Technologie ferrytów otrzymaliśmy od akademika Lebiediewa z Instytutu Dokładnej Mechaniki i Wyszukiawczej Techniki w Moskwie. Technologie tę opanowano i wytworzono własne ferryty, które były następnie zastosowane do budowy

maszyny EMAL 2.

Druga maszyna, którą konstruowałem to EMAL 2. Maszyna była projektowana i budowana wraz z Kazimierzem Balakierem, Lesławem Niemczyckim i Andrzejem Harlandem oraz technikami Henrykiem Furmanem, Gustawem Śliwickim, Stefanem Kostrzewą i Zbigniewem Grzywaczem w latach 1957 - 58.

EMAL 2 miał pamięć bębnową o pojemności 1024 słów rozmieszczonych na 32 ścieżkach. Bęben mógł pracować do 12000o/m. Ścieżka zerowa była pewnego rodzaju pamięcią ROM i zawierała prosty program wprowadzający. EMAL 2 nie miał dynamicznych rejestrów. Cała logika i rejestry były zbudowane na magnetycznych elementach. Była to maszyna szeregowo o słowie długim 34-bitowym i krótkim 17-bitowym. Pracowała w arytmetyce uzupełnienia do 2. Dzięki użyciu specjalnie sterowanych generatorów dla zasilania elementów magnetycznych, maszyna pobierała stosunkowo mało energii. Pobór energii w dużym zakresie zależał od ilości aktualnie czynnych bloków funkcjonalnych. Również z tego powodu obniżono czterokrotnie częstotliwość zegara bez obniżenia szybkości pracy. Dlatego w tym celu w pamięci zapisane były na jednej ścieżce szeregowo-równolegle. Obniżyło to częstotliwość zegara ze 108kHz do 27kHz, bez zmniejszenia szybkości pracy. Średnia szybkość maszyny wynosiła ponad 150 operacji/sek. Szybkość ta wynikała z szybkości pamięci bębnowej, przy liczbie obrotów bębna 6000o/m. Rysunek 2 przedstawia schemat blokowy maszyny EMAL 2, zaś tablica II jej rozkazy, fot. 5.

TABLICA II Rozkazy EMALa 2

Kod	Rozkaz	Funkcja	Generacja	
			Warunku	Nadmianu
			W	N
00	Pobierz rozkaz o adresie n	(n) → RD	--	0
01	Skocz do adresu zawartego w n	(n) → L	--	0
02	Skocz do n	n → L	--	0
03	Skocz warunkowo przy 1	if W=1, L→n	--	0

04	Skok ze śladem	$(L) \rightarrow n; n+1 \rightarrow L$	--	0
05	Stop	$(n) \rightarrow L$	--	0
06	Skocz warunkowo przy 0	if $W=0, L \rightarrow n$	--	0
07	Skok ze śladem gdy $N=1$	$(L) \rightarrow n; n+1 \rightarrow L$	--	0
10	Dodawanie	$(A) + (n) \rightarrow A$	$(A) < 0$	1
11	Odejmowanie	$(A) - (n) \rightarrow A$	$(A) < 0$	1
12	Przesłanie do Akumulatora	$(n) \rightarrow A$	$(A)=0$	0
13	Przesłanie do Akumulatora -	$(-n) \rightarrow A$	$(A)=0$	0
14	Przesłanie do pamięci	$(A) \rightarrow P_n$	$(A)=0$	0
15	Zaokrąglanie	$(A) +/ - 2^{-34}$	$(A) < 0$	0
16	Mnożenie	$(M) * (n) \rightarrow AB$	$(A) < 0$	0
17	Dzielenie	$(A) : (n) \rightarrow A$	$(A) < 0$	
		$R \rightarrow B$		
20	Potęgowanie dodatnie	$(AB) * 2^n$	$(A) < 0$	0
21	Potęgowanie ujemne	$(AB) * 2^{-2p}$	$(A) < 0$	0
		$\rightarrow n$		
22	Przesyłanie cykliczne w prawo	(AB)	$(A) < 0$	0
		$\leftarrow$		
23	Przesuwanie cykliczne w lewo	(AB)	$(AB) < 0$	0
24	Czytanie Znaku	$(T)5 \rightarrow A$	$V = 1$	0
25	Drukowanie Znaku	$(A)5 \rightarrow D$	$Z = 1$	0
26	Bezwzględna wartość	$I(A)I \rightarrow A$	$A = 0$	0
27	Przesłanie do rejestru M	$(n) \rightarrow M$	$(M) < 0$	0
30	Iloczyn logiczny	$(A) \wedge (n) \rightarrow A$	$A = 0$	0

Maszyna EMAL 2 miała hierarchiczną strukturę sterowania bardzo podobną do sieci Petriego rys.3. Była to maszyna bardzo zwarta i z tego względu łatwa do transportu, fot.6.

Jedną z istotnych cech maszyny była bardzo wysoka, jak na owe czasy, niezawodność logicznych układów ferrytowych. Niezawodność ograniczały elektronowe lampy mocy stosowane do zasilania impulsowego. Niezłym przykładem jej niezawodności było liczenie tablic funkcji Lagrange'a, które trwały 3 miesiące non stop (całodobowo bez awarii).

Maszyna ta stała się załącznikiem Centrum Obliczeniowego Polskiej Akademii Nauk, które następnie zostało przekształcone w Instytut Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk, w

którym obecnie ja i Leon Łukaszewicz pracujemy.

[1] Vidimus - Żyjemy w Świecie Fantastyczniejszym Niż Świat Starych Bajek - ENIAC - Robot Matematyk. PROBLEMY nr 6, wrzesień 1946, str. 4951.

[2] Burks, A. W., Goldstine, HH, and von Neumann, J. Preliminary Discusion of Logical Design of am Electronic Computing Instrument, Institute for Advanced Study, 1946.

[3] Wilkes, M. W., and Renwick, W. the EDSAC-an electronic calculating machine. J. Sci, Inst. 12 (1949), 385 - 391.

[4] Marczyński R. W., EINIGE Bemerkungen uber den kleinen Zifferrechner EMAL 2. II Internationalen Kolloquiums uber "Aktuelle Probleme der Rechentechnik", Dresden Juni 1962.

[5] Marczyński R. W., The First Seven Years of Polish Digital Computers. Annals of the History of Computing Vol. 2 No. 1 pg. 37 - 47.

Antoni Mazurkiewicz

Jak się programowało XYZ czyli początki programowania w Polsce.

Były to czasy gdy nie tylko nie było w Polsce komputerów, ale nawet słowo to nie istniało. Były natomiast 40 lat temu zamierzenia, które wielu wydawały się mrzonkami: czy rzeczywiście można w kraju zbudować "mózg elektroniczny"? Jest dowodem dalekowzroczności dyrektora ówczesnego Państwowego Instytutu Matematycznego, profesora Kuratowskiego, że zawierzył on młodym inżynierom elektronikom: Bochenkowi, Łukaszewiczowi i Marczyńskiemu, dając im szansę przekonania niedowiarków.

O historii rozwoju sprzętu liczącego, ówczesnej technice i technologii mowa jest w innym miejscu niniejszego tomu. Ja natomiast pragnę przypomnieć jak wyglądała praca nad oprogramowaniem pierwszych polskich maszyn.

Mówiąc o maszynie XYZ będę miał na myśli również jej następczynię, maszyny ZAM-2, Alfa, Beta i Gamma, dla których XYZ była modelem użytkowym.

Programować zaczęliśmy abstrakcyjnie, bez maszyny i bez jakichkolwiek doświadczeń praktycznych w tej dziedzinie. Początkowo jedynie Andrzej Wakulicz i Adam Empacher wiedzieli co to jest elektroniczna maszyna cyfrowa i na czym polega jej programowanie, potem matematycy pracujący przy maszynach analogowych (Józef Winkowski, Tomasz Pietrzykowski i autor tego opracowania) dołączyli do wtajemniczonych. Żaden z nas nie widział wówczas działającej maszyny cyfrowej, wiedzę o programowaniu czerpaliśmy z nielicznych publikacji zagranicznych; pamiętam, że jedną z nich była książka Wilkesa z Wielkiej Brytanii. Było to jedyne źródło naszej wiedzy o kodach, adresach, pseudorozkazach, tworzeniu pętli i rozgałęzień. Konstrukcja prostych algorytmów i doprowadzenie ich do postaci programów było wówczas czynnością nieszablono-

i dostarczało nam niemało satysfakcji twórczej.

Okres ten to dominacja można rzec abstrakcyjnego programowania zagadnień głównie numerycznych, koncentracja na działaniu programów w pamięci maszyny, przy niemal całkowitym pomijaniu spraw dotyczących wprowadzania i wyprowadzania informacji.

Gdy tylko budowana maszyna cyfrowa XYZ zaczęła nabierać realności, gdy ustalono jej repertuar rozkazów i stały się znane jej podstawowe cechy, przystąpiono do tworzenia prawdziwego, realnego oprogramowania. W tym czasie dołączyli do nas między innymi Jan Borowiec, Krzysztof Moszyński, Jerzy Swianiewicz i Andrzej Wiśniewski, którzy w tej działalności odegrali istotną rolę. Naszym celem było utworzenie biblioteki programów (numerycznych, oczywiście, o przetwarzaniu danych jeszcze się wówczas nie śniło) i krótkiego systemu operacyjnego pozwalającego ładować programy binarne do pamięci i przemieszczać je w niej w ograniczonym zakresie. Oprogramowanie rosło, lecz nikt jeszcze nie wiedział jak będzie ono działało w praktyce, jak szybkie będzie liczenie, jak będzie wyglądać praca maszyny, jakie będą wyniki. Maszyna, chociaż już teoretycznie znana, była bowiem jeszcze tworem abstrakcyjnym. Czekaliśmy więc niecierpliwie na możliwość praktycznego potwierdzenia naszych abstrakcyjnych koncepcji.

I wreszcie pewnego dnia XYZ ruszył. Trzy stojaki z panelami wypełnionymi lampami, pulpit operatora i reproducer kart dziurkowanych wypełniały dość spore, specjalnie zaadaptowane pomieszczenie. Na pulpicie widać było kilka rzędów kluczy i dwa okrągłe oscyloskopy. Na jednym z nich można było obserwować zawartość wybranej "rury" pamięci (32 słowa czyli 64 bajty), oczywiście w postaci binarnej, zakodowanej przez jaśniejsze i ciemniejsze kropki, na drugim zawartość rejestrów akumulatora i mnożnika w postaci klasycznych ciągów impulsów. Oglądaliśmy z przejęciem wzrastanie zawartości liczników (wówczas dla nas zawrotnie szybkie, zmienność dopiero szóstego bitu od końca dawała się zauważyć! XYZ liczył bowiem z niebagatelną w tym czasie szybkością ok.1000 operacji arytmetycznych na sekundę). Na drugim oscyloskopie można było

zobaczyć na własne oczy jak powstaje wynik dodania, pomnożenia, a nawet podzielenia dwóch słów binarnych. W tym czasie charakterystyczny był w Zakładzie Aparatów Matematycznych widok programisty siedzącego przy pulpicie XYZ wpatrującego się w owe oscyloskopy i naciskającego jeden klucz, bardzo ważny i najczęściej używany, powodujący wykonanie pojedynczego kolejnego rozkazu programu (z angielska "single shot"). Tak właśnie uruchamiano się programy: wykonywało się mianowicie kolejno instrukcję po instrukcji i obserwowało się na oscyloskopie efekty ich działania. Pamięć XYZ (zbudowana na liniach opóźniających skonstruowanych z rur stalowych wypełnionych rtęcią, w których rozchodziły się fale akustyczne opóźniające bieg impulsów) składała się z 1024 słów 18 bitowych; proszę sobie wyobrazić, jak wielki wysiłek musiał być włożony w optymalizację przestrzenną programów i rządzącego nimi systemu operacyjnego, aby móc policzyć jakieś rzeczywiste zadanie! Najwięcej kłopotów było z wyprowadzaniem wyników. Początkowo jedynym medium wyjściowym były karty perforowane. Urządzenie wyjściowe dziurkujące karty było wielkości biurka, niezmiernie ciężkie, masywne i hałasujące tak, że wyprowadzanie wyników było słychać w całym gmachu przy Śniadeckich 8. Co więcej, nie było na miejscu urządzenia tabulującego zawartość kart, trzeba było jeździć z kartami do Głównego Urzędu Statystycznego aby dowiedzieć się, co maszyna naniosła na karty wyjściowe. Dopiero zainstalowanie wejścia i wyjścia na taśmie papierowej i zainstalowanie dalekopisów uczyniło sytuację znacznie wygodniejszą.

Na charakter oprogramowania maszyn rodziny XYZ wpłynęła w istotny sposób ich "słowna" koncepcja. Jest to być może najpoważniejsza różnica jaka istnieje między architekturą XYZ, a współczesną "znakową" organizacją najpopularniejszych komputerów. Można to wytłumaczyć ówczesną dominacją przetwarzania numerycznego nad przetwarzaniem tekstowym, preferującym w oczywisty sposób koncepcję znakową. Można też widzieć w tym wpływ komputerów IBM serii 700, na których XYZ był wzorowany. Rzecz jasna, słowny charakter maszyny, jawnie reprezentowany w języku adresów symbolicznych SAS (języku

assemblera XYZ), najwyraźniej uwidocznił się w programach operacyjnych i translatorach języków programowania, ale nie tylko. W jednoadresowych maszynach podobnych do XYZ słowo reprezentujące rozkaz podzielone jest w zasadzie na dwie części: jedną określającą kod rozkazu, i drugą, określającą jego argument (zazwyczaj jest nim adres w pamięci wewnętrznej). Pewna liczba pozostałych bitów jest na ogół na różnego typu znaczniki. Przy takiej organizacji zwiększenie repertuaru rozkazów wiąże się ze zmniejszeniem zakresu bezpośredniego adresowania i odwrotnie - choćby powiększyć pamięć adresowaną bezpośrednio trzeba zmniejszyć liczbę dostępnych instrukcji. Ta współzależność była zapewne przyczyną braku takich możliwości maszyny, które znacznie ułatwiłyby nam pracę nad budową programów i usprawniłyby cały system programowania. Chodzi tu o umożliwienie stosowania różnorodnego typu argumentów instrukcji: argumentu natychmiastowego, (co pozwoliłoby znacznie skrócić i przyspieszyć wiele programów użytkowych, adresu pośredniego (co usprawniłoby znacznie komunikację między podprogramami i pozwolić by mogło na rozbudowywanie pamięci) i o wprowadzenie dodatkowego rejestru indeksowania, którego podstawowym celem byłoby usprawnienie gospodarki pamięcią. Trzeba jednak dodać gwoździ sprawiedliwości, że dopiero teraz, po upływie lat, widać jasno zalety i wady takich, a nie innych rozwiązań architektonicznych; w czasie konstrukcji XYZ nie były one tak bardzo oczywiste.

Warto przypomnieć jakie były ówczesne metody programowania i uruchamiania programów. Oprogramowanie podstawowe XYZ było pisane w języku maszyny. Część operacyjna instrukcji miała swój literowy symbol, część adresową stanowiła liczba w systemie ósemkowym. Gdy nie było jeszcze systemu SAS wszystkie instrukcje programu były przez programistę przekształcane na postać dwójkową i przenoszone na karty ręcznie preforowane urządzeniem pozwalającym wyciąć w karcie jedynie pojedynczą dziurkę. Była to era powszechnego użycia tzw. "trafaretu", to jest odpowiednio pokolorowanej karty o maksymalnie wyciętych dziurkach. Kartę taką przykładano się do przygotowanej karty z

instrukcjami i sprawdzało się poprawność rozmieszczenia w niej dziurek. Pozwoliło to na względnie łatwe /?/ zorientowanie się w strukturze instrukcji zakodowanych na karcie. Poprawienie błędu polegało z reguły na wydziurkowaniu karty od nowa /to znaczy 12 binarnych instrukcji/.

Oprogramowanie zaczęło się od napisania tzw. "pętli samoladującej" - najprostrzego programu wciągającego - mieszczącego się na jednej karcie. Karta taka poprzedzała przeznaczony do wciągnięcia plik kart z programem i danymi. Wprowadzenie programu do pamięci nie było bezproblemowe: po dłuższym użytkowaniu karty puchły i zaczynały się w podajniku urządzenia czytającego. Ale programistów trudno było zniechęcić: wynaleźli oni technikę usprawniania procesu wejścia polegającą na podpalaniu krytycznej krawędzi karty, co przywracało jej dostateczną cienkość i zdolność do przechodzenia przez szczelinę urządzenia czytającego. Mimo to, w tych warunkach uruchomienie programów trwało długo, a jego zakończenie było prawdziwym świętem dla twórcy programu.

Niewielka objętość pamięci i niezbyt wielka szybkość XYZ wywarły widoczny wpływ na metodologię programowania tej maszyny. Dążono do jak najmniejszej objętości programu jeśli przy tym udawało się zwiększyć jego szybkość, sukces był pełny. Złoty okres przeżywało programowanie trickowe: istniało nawet w folklorze programowym pojęcie katalogu chwytów programistycznych na każdą okazję. Technika programowania wynikała też ze skąpych możliwości dokonywania zmian w programach: na ogół programy były zbudowane z "epicykli": wyskoków do sekwencji brakujących początkowo instrukcji. Każdy program, można by rzec, był dziełem sztuki: nie ważny był stopień jego komplikacji, nieczytelność, trudność dokonywania zmian: istotne, czy był on objętościowo niewielki, a w miarę możliwości szybki. Rzecz jasna, opiekę nad tak napisanym programem mógł sprawować wyłącznie jego autor.

Nawyki programistów wyrobione w tym "heroicznym" okresie programowania, zemściły się później przy oprogramowywaniu maszyn serii ZAM 31, ZAM 41 i pokrewnych, maszyn większych, o bogatszych możliwościach, gdy należało pielęgnować duże

programy. W czasach XYZ trudno było mówić o jakiejś metodologii programowania, czy programowaniu systematycznym. A jednak....Programiści chętnie usystematyzować i ułatwić sobie proces programowania przyjmowali pewne zasady, które w istocie stanowiły zaczątek programowania modularnego i strukturalnego. Jeden z najlepszych programistów jakich znałem Stefan Sawicki, na długo przed pojawieniem się informacji o modularnym programowaniu, programował zasadę: "dobry program powinien zmieścić się na jednej kartce papieru zeszytowego". Oczywiście, program taki składał się na ogół z wielu podprogramów, z których każdy również musiał mieścić się na jednej kartce papieru. Często okazywało się, że programy zbudowane według zasady Sawickiego nie były istotnie wolniejsze od trickowych, ani też od nich o wiele dłuższe.

Język SAS stał się podstawą dalszego oprogramowania maszyn rodziny XYZ. Należy stwierdzić wyraźnie, że oprogramowanie to zawdzięczało swój sukces starannemu projektowi systemu operacyjnego i języka SAS. Bez gruntownego przemyślenia tych konstrukcji nie powstałoby ani SAKO ani nie stworzono by biblioteki programów współpracujących z tym systemem. Nie oznacza to rzecz jasna doskonałości SAS. Niedogodnościami użytkowymi tego języka nie należy jednak obciążać jego projektantów; wynikały one raczej z pewnych niedoskonałości organizacji maszyny o czym już wspomniano wyżej (brak argumentu natychmiastowego, pośredniego adresowania, braku rejestru indeksowania; rejestr taki pojawił się dopiero w serii ZAM2). Natomiast cała konstrukcja "assemblera" i sposób organizacji pamięci były rozwiązane w sposób niemal współczesny. Słowo "niemal" użyte jest tutaj ze względu na drugą różnicę jaka dzieli architekturę maszyny XYZ od standardów współczesnych; brak pamięci typu "stos". Trzeba to wspomnieć, że podstawy teoretyczne pamięci stosowej dał Pawlak w swym projekcie maszyn bezadresowych wyprzedzając znacznie algorytm Samelzona i Bauera wyliczania wartości (lub kompilowania) wyrażeń rytmicznych, pracę Dijkstry o rekursywnym programowaniu oraz pierwszą praktyczną realizację pamięci stosowej przez firmę Burroughs.

Przełomu w metodologii programowania dokonał język SAKO (system automatycznego kodowania) po pierwsze uświadomił on programistom, że programy mogą być zbudowane ze standardowych części i że ich optymalność czasowa (poza być może oprogramowaniem systemowym) nie jest tak ważna jak początkowo sądzono. Po drugie system ten dał narzędzie, które pozwoliło zapomnieć o licznych detalach programu tak skrupulatnie analizowanych w programowaniu trickowym, natomiast zwróciło uwagę na ogólną strukturę programów, sposób globalnej gospodarki pamięcią, przekazywanie informacji wyodrębnionymi częściami dużych programów. Początkowo wytrawni programiści stronili od SAKO, pozostawiając programowanie w tym systemie nowicjuszom i leniuchom. Ale wkrótce okazało się, że ci nowicjusze i te leniuchy uruchamiają swe programy wielokrotnie szybciej niż doświadczeni konserwatyści. Okazało się też, że o to chodzi, że mniej więcej 10 procentowe wydłużenie czasu działania programu nie ma, w większości zastosowań, istotnego znaczenia. Ma natomiast znaczenie całkowity czas uzyskania odpowiedzi i czas potrzebny na niemal nieuniknione modyfikacje programu. Nie ma potrzeby dodawać, że modyfikacja programu w SAKO była nieporównanie łatwiejsza od tejże w języku symbolicznym.

Sako było językiem wyższego poziomu nazywanym często "polskim Fortranem". Nic zresztą dziwnego, skoro SAKO było wzorowane na tym języku. Liczne udoskonalenia i zmiany w stosunku do Fortranu uczyniły jednak z SAKO język nowy i oryginalny. Kompilator SAKO był dwuprzebiegowy: w pierwszym przebiegu zwroty SAKO zamieniane były na ciągi rozkazów SAS, które w drugim przebiegu były łącznie zbierane i adresowane. Skompilowany program mógł być w postaci tzw. taśmy binarnej zdolnej do wprowadzenia do pamięci maszyny już bez dodatkowych zabiegów. Program w SAKO mógł składać się z niezależnie kompilowanych modułów. Podobnie jak i na SASie swoiste piętno na SAKO wycisnęła architektura maszyny, chociaż - co zrozumiałe - w znacznie mniejszym stopniu.

Przypomnijmy, że pamięć wewnętrzna maszyn rodziny XYZ zawierała 1024 słowa (wg dzisiejszej terminologii ok. 2kB) .

SAKO projektowano dla maszyny wzbogaconej o pamięć zewnętrzną (bębnową) o pojemności 16.000 słów (ok. 32kB), i częstotliwości 1,25kHz. Przy tych parametrach zdecydowano się (śluszenie jak się wkrótce okazało) na działania stałoprzecinkowe (podprogramy zmiennoprzecinkowe zużywałyby zbyt wiele czasu), metodę kompilacyjną (programy interpretujące zajęłyby zbyt dużo miejsca) i jawne stronicowanie pamięci (w postaci tzw. "rozdziałów" co umożliwiało programistom na panowanie nad wymianą stron i pozwalało uniknąć wprowadzania dość skomplikowanych procedur systemu operacyjnego). Na kształt języka SAKO wpłynęła również stałoprzecinkowość maszyny. Na interpretacyjne wykonywanie działań zmiennoprzecinkowych nie mogliśmy sobie pozwolić z uwagi na małą pojemność pamięci wewnętrznej XYZ i na niezbyt dużą jej szybkość. Rozwiązaniem było więc umożliwienie liczenia w stałym przecinku przez wprowadzenie do języka SAKO deklaracji skalujących określających położenie przecinka pozycyjnego w liczbach ułamkowych. Podział na liczby całkowite i ułamkowe (skalowane) oszczędzał pamięć i przyspieszał liczenie.

Istotną nowością w stosunku do Fortranu i innych współczesnych języków programowania wysokiego poziomu były wyrażenia Boole'owskie, w których wartości zmiennych interpretowane były jako 36-elementowe ciągi zero-jedynkowe. Operacje arytmetyczne miały w tych wyrażeniach zmienione znaczenia, np. mnożenie oznaczało koniunkcję słów (bit po bicie). Dzięki takim wyrażeniom można było w SAKO operować na dowolnych częściach słowa w postaci binarnej, wycinać lub maskować pewne grupy bitów, porównywać je i zastępować przez inne. Wypada podkreślić, że wszystko to można było programować w języku wysokiego poziomu, co długo jeszcze nie było możliwe w innych językach. Drugą przewagą nad Fortranem był system procedur, co prawda jeszcze nie rekursywnych, ale umożliwiających pewną prostą postać podstawienia przez nazwę (podstawienie przez referencję do zmiennych tablicowych i nazw procedur) i również prostą ale skuteczną metodę przesyłania parametrów tranzytowych ("by passing parameters"). Cechy te,

których nie sposób szczegółowo objaśnić w tym artykule, pozwalały na wygodne tworzenie biblioteki podprogramów w SAKO i ich łatwe włączanie do pracy w innych programach użytkowych.

Jak ocenić ówczesne systemy programowania? Bez fałszywej skromności można je uznać za dobre, a nawet bardzo dobre, biorąc oczywiście pod uwagę dostępny na tamten czas sprzęt i ogólnoświatowy poziom informatyki lat pięćdziesiątych. Z perspektywy trzydziestu lat jest nawet niejako zaskoczeniem dla współczesnego informatyka jak aktualna była koncepcja języka adresów symbolicznych SAS (jak współcześnie mówimy języka "assemblera"), systemu operacyjnego XYZ, czy języka SAKO. Należy w tym miejscu podkreślić rolę Leona Łukaszewicza, który zachęcił programistów do podjęcia ambitnych zadań, wydających dla wielu z nas mało realnie; był on również autorem wielu koncepcji dotyczących tworzonego oprogramowania. W skład zespołu oprogramowującego XYZ wchodził (przynajmniej czasowo): Elga Adamian, Jan Borowiec, Andrzej Brzostowski, Zbigniew Bzymek, Ludwik Czaja, Jowita Koncewicz, Danuta Kosecka, Jadwiga Lewkowicz, Leopold Łabanowski, Maria Łącka, Antoni Mazurkiewicz, Iwona Messner, Jacek Moszczyński, Krzysztof Moszyński, Jerzy Mysior, Ryszard Okrasiński, Barbara Pallasch, Elżbieta Pleszczyńska, Henryk Radzikowski, Apolonia Tymińska, Roman Rędziejowski, Andrzej Salwicki, Stefan Sawicki, Adolf Słabiak, Alfred Schurmann, Jerzy Swianiewicz, Piotr Szoro, Hanna Szymańska-Mysior, Jerzy Waśniewski, Józef Winkowski, Andrzej Wiśniewski, Zdzisława Wrotek, Ryszard Zieliński, Zofia Zjawin-Winkowska. Nie sposób jednak wymienić wszystkich, biorących udział w oprogramowaniu XYZ; zespół ulegał zmianom, jedni jego członkowie przechodzili do innych zadań, inni włączali się do prac tylko w pewnych fazach projektu. Im wszystkim, także tym nie wymienionym z nazwiska, oprogramowanie XYZ zawdzięczało swój ostateczny kształt.

Wypada wspomnieć o pierwszych zewnętrznych użytkownikach XYZ. Byli nimi młodzi ludzie, obecnie profesorowie Zdzisław Szymański (fizyk) i Andrzej Ziabicki (inżynier fizyko-chemik). Profesor Ziabicki pozostał do dziś entuzjastą komputeryzacji. Obaj oni bez wahania zaakceptowali nową technikę liczenia i

szybko zorientowali się jak komputer może pomóc w rozwiązaniu ich zagadnień. Być może dlatego współpraca z nimi przebiegała pomyślnie, co nie było bynajmniej regułą. Jednym z pierwszych programów użytkowych był program modelujący pracę kolejowej "górnki rozrządowej" skonstruowany przez Jerzego Świaniewicza. Program ten był o tyle interesujący, że nie korzystał z wyjścia na kartach lecz podawał wyniki w postaci kropek na oscyloskopie, a jego argumenty były podawane za pośrednictwem kluczy na pulpicie. Był więc ten program prekursorem obecnych programów interakcyjnych. Przypomnijmy, że możliwych kropek było zaledwie 576. Byli później i inni użytkownicy; wiedza o komputerze rozszerzała się szybko, choć nie zawsze zdawano sobie sprawę jak należy wykorzystywać komputer w sposób właściwy. Przykładem typowego błędu było żądanie wyprowadzenia ogromnej ilości liczb, spośród których potem sam użytkownik mozolnie znajdował liczbę największą. Do szybkiego rozszerzania się kręgu użytkowników maszyny przyczyniło się SAKO. Możliwość programowania samemu, bez specjalistycznego przygotowania, bez konieczności tłumaczenia problemu nie wprowadzonemu w zagadnienie programiście, była niezmiernie cenna dla licznych nowocześnie myślących użytkowników. Pomocy udzielał im BOP - Biuro Obliczeń i Programów, prowadzone najpierw przez Jerzego Wiśniewskiego, a potem Krzysztofa Moszyńskiego.

Siedząc w 1988 roku nad klawiaturą komputera osobistego i patrząc na ekran monitora, w czasach gdy w kioskach piętrzą się wydawnictwa komputerowe, gdy nastolatki zawzięcie dyskutują o tajnikach systemów operacyjnych, nie chce się wierzyć w sukces oprogramowania takiej maszyny jak XYZ. A jednak niewątpliwie taki sukces osiągnięto. Czynnikiem, który to umożliwił był entuzjazm wszystkich, młodych podówczas, ludzi związanych z maszyną i atrakcyjność nowo tworzącego się zawodu. Gra z maszyną cyfrową, swego rodzaju pojedynek intelektualny z automatem wciągał jak hazard; uprzemysłowienie procesu programowania osłabiło nieco tę atrakcyjność, ale jednak informatyka była i pozostała wielką przygodą

intelektualną niezależnie od tego czy narzędziem jest Cray,
VAX, XT, czy stary XYZ.

Krzysztof Moszyński

Moja praca w Biurze Obliczeń i Programów
i w Zakładzie Aparatów Matematycznych
Polskiej Akademii Nauk.

Kiedy w roku 1957 pojawiłem się w Zakładzie Aparatów Matematycznych PAN zachęcony przez mego kuzyna Antoniego Mazurkiewicza, dla mnie, centrum całego zakładu znajdowało się w największym pokoju na drugim piętrze budynku przy ulicy Śniadeckich 8 w Warszawie.

Najważniejsze miejsce w tym pokoju zajmowała kolosalnych rozmiarów, imponująca maszyna ARR (Analizator Równań Różniczkowych - zbudowana już w roku 1955). Wyglądała ona jak ogromna metalowa szafa, zajmująca całą szerokość sporej sali, dzieląc ją na dwie części. Była to maszyna analogowa. W ramy szafy wstawione były liczne układy całkujące, sumujące, mnożące, generatory nieliniowe, zaopatrzone w oscyloskopy na których było można oglądać wykresy funkcji pojawiające się na poszczególnych układach w trakcie pracy maszyny. Połączeń układów dokonywało się na wielkiej tablicy zaopatrzonej w gniazdka, przy pomocy przewodów, jakich w owym czasie, używano w małych centralach telefonicznych. Za maszyną było królestwo zespołu konserwatorów, natomiast część frontową sali zajmowali zatrudnieni tam matematycy i inni użytkownicy ARR.

Maszyna szalenie mi się podobała, można było bowiem bardzo łatwo uzyskać na niej rozwiązania różnych, nawet dość złożonych równań różniczkowych. Nieco znużony superabstrakcyjną (na owe czasy!) topologią, jaką zaczęto w owym czasie zajmować się na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii U.W., zobaczyłem tam właśnie, w tym pokoju, moją przyszłość - tam można było naocznie sprawdzić wyniki pracy matematyka. To wydało mi się fantastyczne. Wkrótce też zrezygnowałem z mojej asyntetury na Uniwersytecie i za aprobatą mego kuzyna Antoniego Mazurkiewicza, oraz

dyrektora Zakładu Leona Łukaszewicza, zostałem zatrudniony w ZAM.

W zakładzie odbywały się w tym czasie cotygodniowe seminaria prowadzone przez samego szefa, docenta Leona Łukaszewicza. Zakład był jeszcze na tyle mały, że był on jeszcze wtedy w stanie skutecznie kierować bezpośrednio jego całością. Na tych seminariach uzgadniano zadania dla poszczególnych osób, i omawiano uzyskane wyniki. Poznałem wtedy mojego przyszłego promotora, docenta Krystyna Bochena, z którym wkrótce nawiązałem ścisłą współpracę. Dzięki Niemu zainteresowałem się analizą spektralną i aproksymacją spektralną - problemami spektralnymi interesuję się do dzisiaj.

Poza pracą teoretyczną, rozwiązyaliśmy też konkretne problemy na maszynie ARR. Problemy te przynosili do Zakładu pracownicy różnych instytucji przemysłowych i naukowych. Podczas takich właśnie prac mogłem po raz pierwszy zetknąć się z twardymi realiami pracy w dziedzinie zastosowań matematyki. Bardziej złożone zagadnienia wymagały znacznego wysiłku związanego z właściwym dla maszyny ARR sformułowaniem, opanowaniem powstających niestabilności, które objawiały się skakaniem wykresów na oscyloskopach, przekraczaniem zakresów poszczególnych elementów maszyny itp. O ile części liniowe (sumatory, integratory) działały bardzo sprawnie, elementy nieliniowe (mnożniki, generatory nieliniowe) sprawiały nam często kłopoty i płały różne figle. Najtrudniej było wtedy, gdy zadanie wymagało wprowadzenia funkcji nie będącej rozwiązaniem prostego równania różniczkowego. Takie funkcje zadawało się przy pomocy wykresu na przezroczystej folii, wykonanego w odpowiedniej skali, który następnie odczytywał i wprowadzał do układu generator nieliniowy. Było to urządzenie zawierające fotokomórkę i wymagało częstego regulowania. W tym celu maszyna ARR była wyposażona we wzierniki w kształcie spornych lejków odwróconych węższym otworem w stronę użytkownika. W ten otwór należało zaglądać i obserwować oscyloskop opisujący wykres zadanej krzywej, regulując obraz przy pomocy potencjometrów. Każdy z sześciu generatorów

posiadał taki lejek.

Jeden z naszych starszych i bardziej życiowo doświadczonych kolegów, nader sympatyczny inżynier zajmujący się urządzeniami wejścia i wyjścia do maszyn cyfrowych, pan Ściegienny, widząc kilku z nas zaglądających z ogromnym napięciem w owe wzierniki, powiedział: - Ależ panowie, to jest przecież Cinema Cochon na Pigallu'u! Był to rodzaj fotoplastikonu, w którym można było oglądać (z wielkim napięciem!) różne „niezbyt cnotliwe scenki”.

W tym pierwszym okresie spotkałem się z bardzo życzliwym stosunkiem do mnie, zarówno kolegów już zatrudnionych w zakładzie, jak i dyrektora Leona Łukaszewicza. Umiejętnie dbał On o to, żeby młody człowiek, zatrudniony w zakładzie, zajmował się sensownymi rzeczami i w sposób życzliwy sterował jego dalszym rozwojem naukowym. Jemu zawdzięczam pierwsze kontakty zagraniczne i moje pierwsze wyjazdy na staże do Anglii i Francji w latach 1959/60 i 1963/64.

W tym czasie z ZAM-em związani byli różni moi koledzy z Uniwersytetu. Wspomnę tu tylko Wiesława Żelazkę, Pawła Szeptyckiego (obecnie jest profesorem w Lawrence Kansas) i Adama Empachera, który był barwną postacią naszego zespołu. ZAM odegrał wtedy pożyteczną rolę wprowadzając „czystych” matematyków w sferę zastosowań i analizy numerycznej. W tym mniej więcej czasie ściągnąłem do ZAM'u mojego przyjaciela Jerzego Świaniewicza.

W roku 1958 powstawała już pierwsza maszyna cyfrowa XYZ. Z początku podchodziliśmy do tej sprawy z pewnym powątpiewaniem, spowodowanym pierwszymi próbami na tym polu, zakończonymi, jak się mówiło pokątnie, niepowodzeniem. Wierzyliśmy wtedy w wielkie możliwości maszyn analogowych.

Zakład rozrastał się, przybywali nowi pracownicy. Ze zrozumiałych względów byli to przeważnie inżynierowie elektronicy.

Już pierwsze stadium uruchamiania maszyny XYZ było dla całego zakładu punktem przełomowym - prawdziwym początkiem nowej epoki. Wraz z częścią kolegów włączyłem się wtedy do pracy, z początku przy testowaniu maszyny, potem przy jej

oprogramowaniu i eksploatacji.

Biedny ARR został szybko porzucony i stopniowo uległ zapomnieniu. Maszyna cyfrowa wymagała zupełnie innego rodzaju pracy. Szybko okazało się, że jej możliwości są znacznie większe niż pocziwego, starego ARR'a. Na oko, XYZ był jeszcze bardziej niż ARR imponujący. Spora sala, w której najpierw wybudowano podwyższenie ukrywające kable, zajęta była przez szereg stojaków typu "centrala telefoniczna", zawierających elementy (elektroniczne lampowe) poszczególnych części maszyny. Poważna szafa metalowa, ustawiona na prawo od wejścia do sali, zawierała pamięć wewnętrzną (jedyną) maszyny, mieszczącą 512 słów 36 bitowych (lub 1024 18 bitowych) przechowywanych w rurach metalowych napełnionych rtęcią, która co pewien czas z nich wyciekała, ku utrapieniu użytkowników maszyny, oraz zespołu konserwatorów. W lewym kącie stał stolik operatora, wyposażony w oscyloskop, głośnik i cały szereg różnych kluczy, a zaraz obok, na lewo, urządzenie wejścia-wyjścia, spory mechaniczny perforator kart firmy Bull. Urządzenie to służyło zarówno do wprowadzania programów i danych wyperforowanych na kartach, jak i wyprowadzania wyników, również na kartach.

W sali panował upał - temperatura 30 C, gdyż tak życzyły sobie rury z rtęcią. Wielki hałas powodowała przetwornica zasilająca maszynę, oraz perforator kart podczas pracy. Głośnik na stoliku operatora dopełniał harmonii. Jak wykazała praktyka, był on bardzo przydatnym urządzeniem, pozwalającym wprawnym użytkownikom maszyny stwierdzać ze znacznym prawdopodobieństwem, że program wykonuje się prawidłowo.

Prędko okazało się, że XYZ wykonuje prawidłowo proste programy pisane przez nas całkowicie w systemie binarnym. Szybkość działania była dla nas imponująca: 1000 operacji arytmetycznych na sekundę!

Był to moment, kiedy trzeba było pomyśleć o przygotowaniu maszyny do normalnej pracy. Zaraz też utworzyliśmy zespół, który miał zająć się tą sprawą. Poza mną wchodził w jego skład Jerzy Świaniewicz, Adam Empacher, Antoni Mazurkiewicz i Włodzimierz Ostalski. Dość szybko został uruchomiony system

programowania, który umożliwiał tak zwane adresowanie względne (symboliczne), oraz używanie podprogramów. Przewidywaliśmy możliwość każdorazowego dokonywania przez użytkownika podziału pamięci na bloki oznaczone literami, oraz na używanie w każdym bloku adresów względem początku bloku. Podprogramy wywoływane przez ich nazwy były każdorazowo wczytywane do pamięci wraz z programem głównym, pisanym za każdym razem specjalnie w celu rozwiązania konkretnego zagadnienia. Adresowanie względne było nie tylko wygodne, ale również konieczne, np. w przypadku awarii którejś z rur z rtęcią. Unikało się w ten sposób konieczności żmudnego przepisywania programu ze zmienionymi adresami omijającymi zepsutą rurę. Teraz już programy mogły być pisane w systemie alfanumerycznym. Liczby można było pisać i wprowadzać w systemie dziesiętnym.

System pracował w dwóch rzutach. Pierwszą fazą, realizowaną przez program (PROBIN produkował postać binarną), było przetłumaczenie programu i danych z nim wprowadzanych na system binarny i wyprowadzenie w systemie binarnym na kartach, w postaci dostosowanej do wprowadzenia przez "loader". W drugiej fazie działał już tylko mały programik - "loader", który mógł być zresztą wymazany po załadowaniu programu. Zawierał on jedynie poniżej 100 rozkazów (50 słów) i jego zadaniem było wczytanie, dokonanie zmiany adresów symbolicznych na adresy prawdziwe - absolutne, dołączenie podprogramów i umieszczenie wszystkiego w pamięci maszyny. Konieczność pracy w dwóch fazach wynikała ze szczupłości pamięci maszyny XYZ. Program PROBIN działający w pierwszej fazie obciążał bardzo pamięć maszyny. System ten wykorzystywany był dość długo, praktycznie do końca życia maszyny XYZ. Dziś wydaje się to wszystko nadzwyczaj prymitywne. Jednak, był to zapewne pierwszy system programowania działający w Polsce. Wydawał on się nam szczytem doskonałości, a pewnie, przy ówczesnych możliwościach maszyny, nie było można myśleć o czymś wiele lepszym.

Zaraz po uruchomieniu systemu programowania przystąpiliśmy do tworzenia biblioteki podprogramów. Dość szybko zawierała ona już wszystkie podstawowe podprogramy matematyczne i

organizacyjne, gdyż przygotowani byliśmy do tego zadania już podczas seminariów prowadzonych w poprzednim okresie. Stale, dopóki istniała maszyna XYZ, biblioteka ta była rozwijana i uzupełniana. Posłużyła ona też jako baza dla później powstałej biblioteki maszyn ZAM-2.

Chciałbym w tym miejsce wspomnieć, że zapoznanie się z systemami programowania używanymi w tym czasie na świecie, a więc wprowadzenie w całe zagadnienie, zawdzięcza panu Wojciechowi Jaworskiemu, który działał wtedy na terenie ZAM. Pracowałem uprzednio przez pewien czas pod Jego kierownictwem i odbywaliśmy częste dyskusje na ten temat. Pojęcie o budowie logicznej maszyny cyfrowej zdobyłem podczas pobytu w pracowni Pana Majerskiego.

Wkrótce po uruchomieniu XYZ zaczęto interesować się bardziej intensywnie tym, co działo się na terenie ZAM. Maszynę XYZ pokazano w telewizji. Zaczęli pojawiać się dość liczni klienci, pragnący, aby rozwiązać im jakiś problem na maszynie XYZ. Jednocześnie został utworzony Zakład Doświadczalny, mający za podstawowe zadanie budowę maszyn, których projekty powstawały w ZAM. Zakład Doświadczalny miał także przejąć część usługową eksploatacji maszyny XYZ. Trzeba było więc podzielić grupę matematyków na dwie części: tych co w Zakładzie Doświadczalnym będą zajmować się pracą aplikacyjną, związaną z napływającymi zamówieniami na rozwiązywanie problemów, i tych, co na terenie Instytutu Maszyn Matematycznych, w który przekształcał się ZAM, zajmą się budową nowych systemów programowania i wreszcie autokodu SAKO.

Dyrektorem Zakładu Doświadczalnego został Pan Józef Kopaniak. Odwiedzał on nas dość często wraz ze swym głównym księgowym, Panem Piskorskim, interesując się tym co robimy z punktu widzenia powstania na terenie jego Zakładu Doświadczalnego nowej komórki usługowej (o czym jeszcze wtedy nie wiedzieliśmy). Boczyliśmy się na nich z początku, gdyż byli to dla nas ludzie z innego świata, tego, według nas przyziemnego świata interesów, gdzie wartości wyliczało się jedynie w złotych krajowych i dewizowych (takie już wtedy

istniały!). Pana Kopaniaka poznałem jednak później znacznie bliżej i do dziś wspominam z wielką sympatią jego bezpośredność, życzliwość i specyficzne poczucie humoru.

Przy Zakładzie Doświadczalnym utworzono Biuro Obliczeń i Programów (BOP), które faktycznie stało się pierwszym działającym w Polsce usługowym ośrodkiem obliczeniowym. Kierownikiem BOP został mój kolega uniwersytecki Jerzy Waśniewski. Wkrótce jednak odszedł z tego stanowiska i wyjechał, ostatecznie osiadając w Danii. Dyrektor Kopaniak zaproponował mi to stanowisko, które po dłuższych wahaniach przyjąłem. BOP obejmowało matematyków - programistów, konserwatorów sprzętu, rachmistrzów wykonujących jeszcze pewne obliczenia na arytmometrach elektrycznych, personel pomocniczy obsługujący dziurkarki i dalekopisy, bibliotekę programów i książek, operatorów maszyny i wreszcie mały sekretariat wykonujący niezbędne prace typu biurowego. Praca moja polegała na staraniach, aby całość utrzymać w ruchu i jakim takim porządku, oraz, co było wcale nie takie proste, na wykonaniu w miarę możliwości, planu finansowego narzucanego przez dyrekcję. Zamówień w owym czasie było dużo tak, że zmuszeni byliśmy uruchomić pracę na trzy zmiany. Rozwiązaliśmy liczne problemy o różnym stopniu trudności: poczynając od bardzo prostych obliczeń geodezyjnych, za to masowych, poprzez rozmaite zagadnienia z równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych (oczywiście dość prostych) do, przerastających nasze ówczesne siły zadań z algebry liniowej. Rozwiązaliśmy też wiele zagadnień optymalizacyjnych (np. różne wersje programowania liniowego) oraz wiele zagadnień statystycznych. Specjalistą w tej ostatniej dziedzinie był mój bardzo bliski kolega, Ryszard Zieliński. Stałym konsultantem naukowym BOP, skutecznie pomagającym nam rozwiązywać trudniejsze zagadnienia, był nieżyjący już obecnie, docent Krystyn Bochenek. Prowadził on też stałe, co tygodniowe seminarium grupy matematyków, na którym staraliśmy się referować aktualne prace z dziedziny numeryki, a także swoje wyniki, jeśli takie były. Docent Bochenek dbał o nasz rozwój naukowy, sugerując niektóre tematy referatów. Z drugiej strony, stały kontakt z

aktualną literaturą fachową pozwalał nam utrzymywać się "au courant" tego co wtedy działo się na terenie analizy numerycznej.

Wspomnę tu o problemie, który sprawił nam chyba największy kłopot. Któregoś dnia zjawił się w BOP przedstawiciel zakładów Świdnik koło Lublina. Przywiózł on układ równań algebraicznych liniowych. Było ich około 100. Macierz nie była symetryczna i na oko, oczywiście, nie dało się powiedzieć o tym układzie. Myślę, że większość "rozsądnych ludzi" rozłożyłaby ręce: pamięć naszej maszyny mogła zmieścić wraz z programem 512 słów, była oczywiście za mała aby zmieścić macierz układu (10 000 słów). Ponadto macierz była niesymetryczna, była nieregularnej budowy i zawierała niewiele zer, rozmieszczonych w sposób nieregularny. Zagadnienie z punktu widzenia matematyka "czystego" było banalne, a w obecnych czasach, również prawie banalne dla posiadacza np. IBM PC, dla nas było prawdziwym problemem. Postanowiliśmy jednak zaryzykować umowę z klientem i spróbować rozwiązać, zapewne wbrew zdrowemu rozsądkowi, ten układ równań. Plan finansowy nakładał na nas znaczne rygory i branie "niepewnych" zagadnień było wysoce ryzykowne. Groziło to niewykonaniem planu, obcięciem premii, przykrymi wymówkami ze strony dyrekcji i ogólnym niezadowoleniem pracowników.

Próbowaliśmy najpierw metody eliminacji, wykonując ją partiami. Wprowadzaliśmy do maszyny kolejne wiersze macierzy, i po dokonaniu eliminacji wyprowadzaliśmy wierszami, w nadziei uzyskania wreszcie upragnionej macierzy trójkątnej. Myśl była prosta, ale realizacja okazała się bardzo trudna, ze względu na konieczność stałej współpracy z urządzeniem wejścia-wyjścia, które miało swoje grymasy. Stosowaliśmy więc różne metody kontroli danych wchodzących do maszyny i wyników częściowych z niej wyprowadzanych. Ze względu jednak na małą pamięć maszyny nie mogliśmy pozwolić sobie na zbyt rozbudowany system.

Próbowaliśmy też rozmaitych metod iteracyjnych, zachowujących macierz układu w postaci niezmienniczej, a więc nie tracących cennych informacji oryginalnych, jednak, jak

można było się spodziewać, bez pozytywnych rezultatów. Próby trwały wiele tygodni. Dla pewności chcieliśmy uzyskać dwa razy jednakowy wynik, co jak się okazało, nie było wcale takie łatwe. Wszystko to, co działo się we wnętrzu maszyny, było wykonywane z zadawalającą pewnością. Kłopoty powstawały przy komunikacji ze światem zewnętrznym. Wreszcie, po wielu wysiłkach i wielu dniach pracy maszyny, stwierdziliśmy z pewnością możliwą dla nas do zaakceptowania, że macierz układu jest osobliwa. Klient co prawda nie uzyskał upragnionego, jednoznacznego rozwiązania, uzyskał jednak cenną informację dotyczącą interesującego go zagadnienia.

Pamiętam, że problem Świdnika był przez pewien czas kością niezgody między BOP, a dyrekcją Zakładu Doświadczalnego. Nasz upór w rozwiązywaniu układu ze Świdnika, pobudzany był, chęcią pokazania, że maszyna cyfrowa potrafi coś więcej niż suwaki logarytmiczne i arytmometry, nawet te elektryczne! Z drugiej strony wokół całej sprawy maszyn cyfrowych, a w szczególności wokół Instytutu Maszyn Matematycznych narastała atmosfera intryg, związana z powstającą w tym czasie konkurencją, a może także z innymi sprawami bardziej ogólnego charakteru, o których nie zamierzam tu pisać. Faktem jest, że problem ten przepchnięto ze znacznym udziałem siły woli.

W późniejszych latach pojawiła się maszyna ZAM-2, o wiele pewniejsza w działaniu od XYZ. Wyeliminowano zawodne rury z rtęcią, zastępując je drutami niklowymi, pamięć została znacznie rozszerzona przez dołączenie bębna magnetycznego; urządzenia wejścia i wyjścia pracowały teraz na taśmie perforowanej, odczytywanej następnie na dalekopisach. Maszynę wyposażono wkrótce w pierwszy w Polsce autokod SAKO, owoc pracy naszych kolegów, którzy nie przeszli do BOP. Możliwości maszyny ZAM-2 były większe, a programowanie znacznie łatwiejsze dzięki autokodowi SAKO. Moim zdaniem, maszyna ZAM-2, wyposażona w SAKO dorównywała swym standardem temu, co można było zobaczyć na przełomie lat 50-tych i 60-tych na terenie Zachodniej Europy (np. Pegasus w Anglii). Ponieważ były możliwości powielenia tej maszyny przez Zakład Doświadczalny, powstał problem znalezienia potencjalnych

nabywców. Ekipa pracowników BOP pojechała na targi w Zagrzebiu, zademonstrować możliwości maszyny ZAM-2. Udało się sprzedać egzemplarz ZAM-2 do Leuna Werke i do jakiejś instytucji zajmującej się energetyką w Berlinie - NRD. Poszukiwano również nabywców krajowych. Pamiętam wyjazdy wspólne z dyrektorem Kopaniakiem do Gliwic oraz do Łodzi, gdzie występowałem jako ekspert od eksploatacji maszyn cyfrowych. Wyjazdy te uwieńczyła sprzedaż kilku maszyn m.in. do Gliwic i na Politechnikę Gdańską. Wtedy poznałem bliżej Pana Kopaniaka. Był on człowiekiem nie całkiem "na ówczesną epokę". Być może obecnie oceniono by właściwiej jego walory jako "człowieka interesu".

Wyjazdy w sprawach handlowych były dla mnie swoistą przyjemnością. Wprowadzały mnie one w całkiem nowy dla mnie świat, inny niż ten, do którego przywykłem. Pan Kopaniak, obdarzony doniosłym głosem, dzwonił do mnie niekiedy, a gdy mnie nie zastał, moja mama (lub babcia, gdy jeszcze żyła), zostawiała mi wiadomość: Krzysiu, dzwonił do ciebie "Tubalny". Przyjemność podróży handlowych związana była na pewno z sympatyczną osobą "Tubalnego".

Sprawy handlowe narzucały nam jeszcze jedną dziedzinę działalności: prowadzenie szkolenia klientów. W tym czasie zaczęli pojawiać się w BOP różni praktykanci, których trzeba było nauczyć pracy z maszyną cyfrową. Mialiśmy również stażystów zagranicznych.

Rozpowszechnianie się umiejętności posługiwania się maszynami cyfrowymi, oraz pojawianie się coraz większej ilości nowych maszyn różnego pochodzenia, zmieniło stopniowo pozycję BOP. Ośrodek obliczeniowy, taki jakim był BOP, stracił rację bytu. BOP rozwiązano w 1965, ja zaś z częścią kolegów powróciłem do Instytutu Maszyn Matematycznych.

Warszawa, 3.06.1988 r.