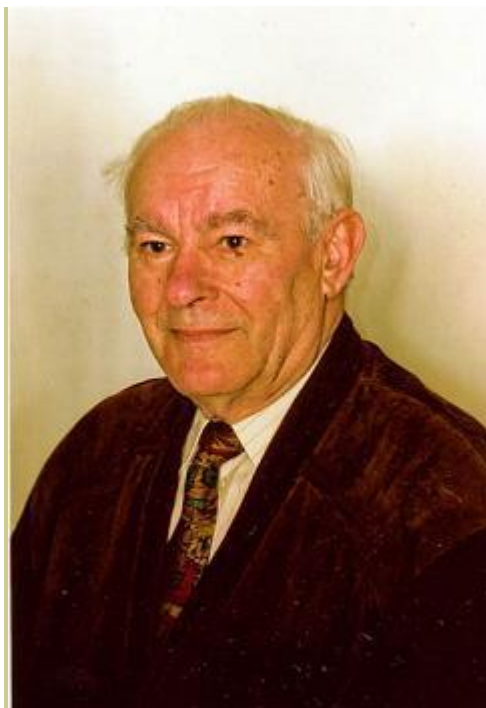


doc. dr ROMAN ZUBER

## MOJE WSPOMNIENIA O ELWRO



### O Autorze...

Roman Zuber urodził się w 1925 roku we wsi Lackie Szlacheckie w województwie stanisławowskim. W 1946 roku, w ramach repatriacji, osiedlił się wraz z rodziną na Dolnym Śląsku we wsi Małuszów koło Legnicy. W 1951 roku ukończył studia na Wydziale Mat. Fiz. Chem. Uniwersytetu Wrocławskiego i uzyskał stopień mgra filozofii z zakresu matematyki. W latach ( 1959, 1964 ) pracował w WZE ELWRO we Wrocławiu. Od 1965 podjął pracę w Instytucie Matematyki Uniwersytetu Wrocławskiego. W 1966 roku obronił doktorat, a w 1968 roku otrzymał nominację na docenta. W latach ( 1969, 1991 ) był kierownikiem Zakładu Metod Numerycznych i Maszyn Matematycznych w Instytucie Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego.

W latach (1975, 1979) pełnił ponad to funkcję zastępcy dyrektora do spraw naukowych i dydaktycznych, a w latach ( 1979, 1983 ) - dyrektora Instytutu Informatyki

Pracowałem w ELWRO prawie od początku. Widziałem ogromny entuzjazm i bezgraniczne poświęcenie wszystkich pracowników, w tym młodych inżynierów elektroników oraz matematyków w dążeniu do postawionego przed nimi celu – uruchomieniu produkcji maszyn cyfrowych.

Po wielu udanych i nieudanych eksperymentach, postawiony cel został osiągnięty. Wyprodukowano 179 maszyn ODRA 1204, z czego 114 wyeksportowano za granicę. Uruchomiono również produkcję maszyn serii ODRA 1300, których wyprodukowano łącznie 587 egzemplarzy. To był ogromny sukces EWRO. To było również ważne wydarzenie w historii naszego miasta Wrocławia.

Pozostały tylko wspomnienia, które od chwili przejścia na emeryturę zapisywałem w moich pamiętnikach. Być może te wspomnienia zainteresują czytelników strony internetowej Sławka Kutkowskiego, poświęconej WZE ELWRO.

## POCZĄTKI WZE ELWRO

W drugiej połowie lat pięćdziesiątych w Zespołowej Katedrze Matematyki kierowanej przez profesora Władysława Ślebodzińskiego, prof. dr Mieczysław Warmus zorganizował seminarium „Metody Numeryczne i Graficzne”, na które zgłosiło się około 20 matematyków.

Na początku referowane były przeważnie prace dotyczące przybliżonych metod numerycznych rozwiązywania równań różniczkowych. Około 1958 roku profesor Warmus przywiózł z zachodu do Wrocławia ciekawą książkę, której treścią były komputery, nazywane wtedy maszynami matematycznymi.

Profesor Warmus bardzo zachęcał nas do dokładnego przestudiowania tej książki wyjaśniając, że w świecie, szczególnie w USA i w krajach Zachodniej Europy, obliczenia wykonuje się na automatycznie liczących maszynach cyfrowych. Podkreślił, że rozpoczęła się rewolucja w zakresie obliczeń, która otwiera szerokie pole dla badań naukowych.

Uczestnicy seminarium byli pierwszymi osobami na Uniwersytecie Wrocławskim, które zapoznały się z metodami programowania oraz technicznymi rozwiązaniami niektórych podzespołów komputera, np.: pamięci, urządzeń wejścia i wyjścia itp. W drugiej połowie lat pięćdziesiątych rozpoczęły się we Wrocławiu także prace badawcze oraz inżynierskie w dziedzinie konstrukcji maszyn cyfrowych. Pionierem był prof. dr Jerzy Bromirski na Wydziale Łączności Politechniki Wrocławskiej. Prowadził badaniami w zakresie techniki cyfrowej i jej zastosowań do komputerów oraz szkolił w tym zakresie grupę swoich studentów.

W dniu 6 lutego 1959 roku prof. Kiejstut Žemaitis minister Przemysłu Ciężkiego powołał do życia Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO, podpisując odpowiedni akt erekcyjny. Dyrektorem naczelnym został inż. mgr Marian Tarnkowski natomiast dyrektorem technicznym – inż. mgr Mieczysław Bazewicz. Dyrekcja ELWRO rozpoczęła poszukiwanie specjalistów z zakresu maszyn cyfrowych, między innymi na politechnice i uniwersytecie.

W kwietniu 1959 roku doszło do oficjalnego spotkania w Urzędzie Wojewódzkim w gabinecie ówczesnego prezydenta miasta Wrocławia profesora Bolesława Iwaskiewicza. Udział w rozmowie wzięli przedstawiciele Politechniki Wrocławskiej: prof. Dionizy Smoleński – rektor, prof. Władysław Ślebodziński – kierownik Zespołowej Katedry Matematyki, prof. Mieczysław Warmus, oraz przedstawiciele nowo powstającej fabryki maszyn cyfrowych: mgr inż. Marian Tarnkowski i mgr inż. Mieczysław Bazewicz. Zaproszono także czterech matematyków, uczestników seminarium, których Warmus wskazał jako komputerowych specjalistów: Juliana Dębowego, Ryszarda Nowakowskiego, Ryszarda Wronę oraz mnie.

W czasie spotkania potwierdzono informację o powstaniu we Wrocławiu fabryki elektronicznych maszyn matematycznych oraz wyjaśniono, że uzasadnieniem takiej lokalizacji zakładu jest silny ośrodek matematyczny na Uniwersytecie Wrocławskim oraz nadwyżka absolwentów Wydziału Łączności Politechniki Wrocławskiej.

W dniu 1 maja 1959 roku czterech matematyków podpisało umowy o zatrudnieniu w Pracowni Matematycznej T-21 Wrocławskich Zakładów Elektronicznych. Ja otrzymałem engagement na kierownika tej pracowni. Siedzibą WZE ELWRO był kilkupokojowy budynek mieszkalny przy ul. Obornickiej, w którym jeden pokój przydzielono dla naszej pracowni.

Czteroosobowa grupa matematyków nie bardzo wiedziała co ma robić. Postanowiliśmy na początek studiować dogłębnie książkę Mac Crackena i uczyć się wszystkiego, co w niej było zapisane. Jeździliśmy także do Warszawy szukając odpowiedniej literatury z zakresu maszyn matematycznych, ponieważ we Wrocławiu takich książek wtedy jeszcze nie było. Nasza praca polegała jedynie na

codziennej dyskusji na różne komputerowe tematy: o programowaniu, o listach rozkazów, o rodzajach pamięci itp. Do pracy w tym samym pokoju przychodził również inżynier – elektronik .

O ósmej rano mówił wszystkim "dzień dobry", potem siadał przy swoim biurku i coś pisał, wertował jakieś książki, zeszyty i papiery, ale rzadko włączał się do naszej dyskusji.

Kiedyś ten milczący inżynier poinformował nas o swoich problemach:

– Panowie. Przysłuchując się waszym rozmowom doszedłem do wniosku, że moglibyście mi pomóc. Ja otrzymałem od dyrekcji określone zadanie. Mam opracować zestaw wszystkich materiałów, jakie są potrzebne dla zrobienia jednej maszyny cyfrowej. Udało mi się dotąd określić ilości tranzystorów ( ma to być maszyna tranzystorowa ), diod, przewodów, i innych podzespołów. Myślę, że nie warto o tych rzeczach mówić szczegółowo. Teraz zaczynam myśleć o pamięci maszyny, oczywiście tranzystorowej. Mam o tym dość blade pojęcie.

Natomiast słyszę, że panowie jesteście w tej dziedzinie trochę zorientowani. Dlatego stawiam konkretne pytanie. Ile trzeba pierścieni ferrytowych dla jednego egzemplarza maszyny cyfrowej? Kilogram, pół worka, czy może kilkadziesiąt tysięcy sztuk? Sprawa jest bardzo prosta – zabrał głos Rysio

Nowakowski.

– Przyjmijmy, że chce pan mieć pamięć o pojemności 1024 słów. Dalej przyjmijmy, że każde słowo ma długość 40 bitów, to znaczy 40 cyfr w układzie binarnym. Na każdy bit potrzebne są dwa ferrytowe pierścienki co oznacza, że na jedno słowo potrzeba 80 ferrytów. Mnożąc 80 przez 1024 otrzymujemy 81930 ferrytów. Aby łatwiej zapamiętać proponuję 100 tysięcy ferrytów na jedną maszynę.

Muszę jeszcze uwzględnić niezawodność ferrytów – dodał inżynier. – Mam na myśli fakt, że każdy pierścienek ferrytowy musi mieć określone własności ferromagnetyczne – odpowiednią pętlę histerezy, co sprawdza się przez pomiary. Jeżeli założyć, że z pośród wyprodukowanych ferrytów tylko 20% jest dobrych, to otrzymaną przez pana liczbę ferrytów należy jeszcze pomnożyć przez 5. Zatem na jedną maszynę cyfrową trzeba przygotować pół miliona pierścienków ferrytowych.

Z założenia WZE ELWRO miały być fabryką produkującą maszyny matematyczne, a zamierzeniem dyrektora naczelnego było wyprodukowanie już w 1961 roku czterech maszyn cyfrowych. Okazało się jednak, że tak szybki rozwój fabryki nie był możliwy. Przede wszystkim nie było we Wrocławiu żadnych specjalistów, ani inżynierów ani matematyków, na tyle znających się na maszynach matematycznych, aby mogli je produkować. Stało się oczywistym, że w pierwszej kolejności należało przygotować kadrę, a dopiero wówczas zabrać się do produkcji.

Dyrekcja fabryki zmuszona była do uruchomienia najpierw produkcji zastępczej, dającej utrzymanie dość już licznej załodze. Zabrano się więc do produkcji przełączników kanałów dla telewizorów, a w następnych latach, głowic UKF dla Zakładów Radiowych DIORA i zespołów odchylenia dla odbiorników telewizyjnych. Produkcję uruchomiono w kilku halach odbudowanych ze zniszczeń. Po kilku dniach dostałem polecenie od dyrektora naczelnego, aby przyjąć do pracy jeszcze kilku matematyków i przygotować się na kilkumiesięczny wyjazd, wraz z całą pracownią matematyczną, na szkolenie w Warszawie. Na ogłoszenie w prasie zgłosiło się kilku matematyków, z których cztery osoby zostały przyjęte do pracy w ELWRO, między innymi Lidia Codoni i Stanisław Tomaszewski.

### SZKOLENIE W WARSZAWIE

W Warszawie działały trzy ośrodki naukowe, w których powstawały modele maszyn cyfrowych: Zakład Aparatów Matematycznych PAN, gdzie pod kierunkiem docenta Leona Łukaszewicza budowano maszynę XYZ, Pracownia Maszyn Cyfrowych Instytutu Badań Jądrowych PAN projektująca pod kierunkiem docenta Romualda Marczyńskiego maszynę EMAL 2 ( Elektroniczną Maszynę Automatycznie Liczącą ) oraz Zakład Konstrukcji Telekomunikacji i Radiofonii Politechniki Warszawskiej budujący pod kierunkiem profesora Antoniego Kilińskiego maszynę UMC 1 ( Uniwersalną Maszynę Cyfrową ).

Dyrekcja ELWRO wysłała na szkolenie grupę inżynierów do Zakładu Aparatów Matematycznych PAN

oraz grupę inżynierów i matematyków do Instytutu Badań Jądrowych PAN. Wszyscy zostali zakwaterowani w hotelu Instytutu Lotnictwa przy ul. Żwirki i Wigury.

Plan szkolenia w Zakładzie Matematyki Stosowanej IBJ PAN przewidywał wykład i ćwiczenia z programowania w kodzie wewnętrznym maszyny cyfrowej EMAL 2, prowadzone przez dra Marka Greniewskiego na podstawie jego książki. Inżynierowie mieli dodatkowo zajęcia polegające na wykonywaniu pomiarów określonych parametrów komputera i jego elementów. Ponadto raz w tygodniu odbywało się seminarium, na którym referowane były niektóre metody numeryczne.

Program szkolenia matematyków w IBJ był ograniczony tylko do nauki programowania.

Spodziewaliśmy się nieco szerszej wiedzy o maszynach cyfrowych. Prosiłiśmy docenta Marczyńskiego o wykład na temat logicznej organizacji maszyny EMAL. Marczyński obiecał taki wykład wygłosić, ale swoich obietnic nigdy nie zrealizował. Jeden tylko raz łaskawie zgodził się na wejście do pokoju z maszyną cyfrową czterem matematykom: Dębowemu, Nowakowskiemu, Wronie i mnie. Poinformował nas, że nie są na razie możliwe obliczenia na niej, ponieważ nie jest jeszcze uruchomione urządzenie wyprowadzające wyniki obliczeń. Marczyński dużo mówił o sposobie montowania pewnych elementów maszyny:

– Widzicie panowie te zabawki, które w dużych ilościach kupujemy w sklepach zabawkarskich. Z tych zabawek wykorzystujemy te oto pudełka plastikowe, w których świetnie montuje się pewne podzespoły maszyny.

Po zajęciach na 6-tym pięttrze pałacu kultury oraz obiedzie zjadanym najczęściej w jakimś barze mlecznym, wracaliśmy do hotelu, gdzie wszyscy razem przez parę jeszcze godzin pracowicie odrabialiśmy zadania domowe, których Marek Greniewski nie szczędził. Uczyliśmy się bardzo chętnie, traktując programowanie jako język szyfrowy, z pomocą którego można porozumiewać się z maszyną cyfrową, polecać jej wykonywanie pewnych czynności i sterować jej pracą. Ucząc się programowania wypracowaliśmy również pewien żargon związany z maszynami cyfrowymi, w którym „maszyna” była utożsamiana z jakąś myślącą osobą. Mówiło się np.: maszyna zapamiętuje informację, maszyna czyta dane, maszyna przesyła wyniki do pamięci itp.

W czasie, kiedy część załogi ELWRO odbywała szkolenie w Warszawie, dyrektor naczelny Marian Tarnkowski wydeptywał drogi do wszystkich trzech ośrodków komputerowych w Warszawie, szukając dokumentacji jakiejś maszyny, którą ELWRO mogłoby produkować we Wrocławiu. Nic mu się jednak nie udawało. Ani ZAM PAN ani Politechnika Warszawska nie miały odpowiednio opracowanej dokumentacji produkcyjnej.

Kiedyś dyrektor Tarnkowski zjawił się w IBJ, odszukał mnie i zaproponował mi wspólną rozmowę z doc. Marczyńskim:

– Chcę pana poinformować, że dotąd jeszcze nie udało mi się uzyskać dokumentacji żadnej maszyny cyfrowej, którą można by wyprodukować w naszym zakładzie. Dzisiaj chcę na temat takiej dokumentacji rozmawiać z docentem Marczyńskim, z którym jestem umówiony. Proszę pana o towarzyszenie mi w tej rozmowie i ewentualne wsparcie. Przestrzegam, że rozmowy z naukowcami są bardzo trudne.

Wkrótce zostaliśmy przyjęci przez docenta Marczyńskiego. Wtedy to można było się przekonać o wielkiej umiejętności prowadzenia rozmów przez dyrektora Tarnkowskiego. W zakładzie pracy na spotkaniach dyrektora z kierownikami wydziałów, pracowni i innych jednostek dyrektor Tarnkowski zachowywał się zawsze bardzo apodyktycznie, narzucał swoją wolę, nie pozwalał nikomu odbiegać od tematu dyskusji. Z docentem Marczyńskim rozmawiał nadzwyczaj taktownie i spokojnie. Na początek bardzo serdecznie podziękował mu za zgodę na szkolenie jego pracowników, którzy zdobywają w jego ośrodku, pod jego kierunkiem, ważną wiedzę w zakresie maszyn matematycznych. Obiecał, że ELWRO za to wszystko stokrotnie się odwdzięczy. Następnie krótko i treściwie zreferował cel wizyty:

– Panie docencie. Mam zamiar w ELWRO rozpocząć produkcję maszyn cyfrowych. Myślę, że mogą to być maszyny EMAL 2. Muszę mieć jednak odpowiednią dokumentację produkcyjną. Jestem

przekonany, że pan docent mógłby taką dokumentację do końca roku przygotować. Pański ośrodek może na tym sporo zarobić.

Propozycja dyrektora ELWRO wyraźnie zaciekała Docenta Marczyńskiego, który uśmiechając się mile, podziękował dyrektorowi za takie wyróżnienie jego maszyny, zaznaczając jednocześnie, że przecenia on możliwości jego zespołu:

– Panie dyrektorze. Do końca roku zostało około pięciu miesięcy. Ja ze swoim zespołem nie zdążę tak szybko opracować dokumentacji w takiej formie, aby na jej podstawie można było powielić moją maszynę. Poza tym konieczne są próby na tym egzemplarzu, który w tej chwili kończę. Natomiast dla wykończenia mojego egzemplarza potrzebne są również pieniądze.

– Panie docencie – przerwał grzecznie dyrektor wywody Marczyńskiego.

– Niech pan będzie uprzejmy określić dwie wielkości: ilość potrzebnych panu pieniędzy oraz termin zakończenia prac nad dokumentacją.

Marczyński przez jakiś czas zastanawiał się, ale nie mogąc od razu podać tych informacji, poprosił o kilka dni przerwy dla dokładniejszego przemyślenia tych spraw.

Podczas drugiego spotkania w tym samym gronie Marczyński określił najpierw potrzebną mu ilość pieniędzy, podając szczegółowe uzasadnienie kosztów. Dyrektor Tarnkowski bez wahania zgodził się na zapłacenie żądanych pieniędzy podkreślając, że na pewno wszystkie wydatki są dobrze oszacowane. Podkreślił, że bardziej interesuje go termin przekazania dokumentacji.

– Panie dyrektorze – powiedział wtedy Marczyński. – Na dokumentację trzeba będzie poczekać dwa lata.

– Co? Dwa lata – krzyknął dyrektor wstając nagle z krzesła, a za chwilę już nieco spokojniejszym głosem dodał.

– Panie docencie. Ja muszę w przyszłym roku wyprodukować cztery maszyny. Ja nie mogę czekać dwóch lat na dokumentację.

– Trudno, panie dyrektorze – odezwał się znowu Marczyński. Do końca roku nie przygotuję panu dokumentacji. Żaden z warszawskich ośrodków zajmujący się budową pojedynczych egzemplarzy maszyny cyfrowej tego nie dokona. Może pan być pewny. Na tym rozmowy z docentem Marczyńskim na temat dokumentacji maszyny cyfrowej zakończyły się.

Dyrektor Tarnkowski jednak nie ustawał w poszukiwaniach i ostatecznie odniósł pewne sukcesy. Z Zakładu Aparatów Matematycznych PAN uzyskał dokumentację logiczną przelicznika S-1 oraz opis elementów podstawowych w postaci publikacji naukowych opracowane przez zespół Jerzego Gradowskiego, natomiast od doc. Romualda Marczyńskiego z IBJ PAN – rozwiązanie konstrukcyjne bębna pamięci o pojemności 512 słów.

### MASZYNA CYFROWA ODRA 1001

Po powrocie kilkunastu pracowników ze szkolenia w Warszawie, ELWRO dysponowało już potencjałem ludzi w pewnej mierze przygotowanych do produkowania nowych maszyn cyfrowych, między innymi: elektroników i matematyków. W Biurze Konstrukcyjnym powstał zespół pod kierownictwem profesora Politechniki Wrocławskiej, dra Jerzego Bromirskiego, którego zadaniem było opracowywanie dokumentacji konstrukcyjnej pierwszej maszyny cyfrowej o nazwie ODRA 1001.

Zespół konstruktorów postanowił zmodyfikować nieco przelicznik S-1, którego dokumentację logiczną dostarczył ZAM PAN w Warszawie. Postanowiono zastąpić w nim niektóre układy lampowe układami tranzystorowymi, wykorzystując wyłącznie tranzystory i diody produkowane w kraju, oraz wyposażyc go w pamięć bębnową o pojemności 1024 słów 18-to bitowych. Wszystkie założenia techniczne były gotowe już w kwietniu 1960 r.

Matematycy zajmowali się prześledzeniem dokumentacji logicznej przelicznika i jego podstawowych układów: sumatora, akumulatora, rejestrów, macierzy deszyfrujących itp. oraz sprawdzali poprawność wszystkich działań arytmetycznych, logicznych i organizacyjnych, tzn.: dodawania, odejmowania,

mnożenia, dzielenia, koniunkcji, alternatywy, przesyłania z akumulatora do pamięci i z powrotem, przesuwania słowa w akumulatorze itp.

Była to dla matematyków świetna lekcja pogładowa organizacji logicznej nowoczesnych komputerów. Dogłębna analiza schematów logicznych pozwoliła dokładnie zrozumieć mechanizm umożliwiającą sterowanie pracą maszyny cyfrowej za pomocą napisanego przez człowieka programu, wykorzystującego dostępne w maszynie operacje podstawowe. Analiza schematów logicznych odkryła też ważną prawdę o maszynach automatycznie liczących, później nazwanych komputerami, a mianowicie taką, że maszyna matematyczna (komputer) jest bardzo prymitywnym urządzeniem i w żadnym wypadku nie można jej porównywać do mózgu ludzkiego, co w tych latach często czynili różni dziennikarze, nazywając ją mózgiem elektronowym.

W pracach związanych z analizowaniem schematów logicznych brał również udział mgr Thanasis Kamburelis, który do pracy w ELWRO zgłosił się pod koniec 1959 roku. Bardzo pozytywną opinię o nim przekazał prof. dr Edward Marczewski. Kamburelis bardzo szybko stał się wybitnym specjalistą w zakresie schematów logicznych. Później odegrał bardzo ważną rolę przy konstruowaniu wielu coraz doskonalszych maszyn cyfrowych: ODRA 1002, ODRA 1003, ODRA 1013, ODRA 1204 oraz ODRA 1305, dla których opracowywał schematy logiczne oraz listy operacji podstawowych.

Techniczną realizacją układów logicznych planowanej maszyny cyfrowej ODRA 1001 zajmował się mgr inż. Andrzej Zasada. Jego młodzieńczy zapał i bezgraniczne zaangażowanie jest godne podkreślenia. Postanowił opracować tranzystorowe układy logiczne pracujące z częstotliwością miliona herca. Przy stole, gdzie wypróbowywał swoje układy, spędzał dni i noce. O każdym sukcesie, nawet drobnym, z dumą i radością informował swoich kolegów. Ostatecznie, po wielu próbach, Andrzej Zasada uzyskał układy pracujące z częstotliwością megaherca. W ten sposób uzyskał dla maszyny cyfrowej ODRA 1001 szybkość 200 dodawań zmiennopozycyjnych na sekundę.

Ważną sprawą konstrukcyjną było zbudowanie bębna pamięci o pojemności 1024 słów. Mechanicy wytoczyli na tokarce walec, który umieszczony w odpowiedniej obudowie miał się obracać z szybkością około 3000 obrotów na minutę. W górnej części obudowy znajdowały się szyny, na których były zamontowane 64 głowice czytająco-piszące, umieszczone nad ścieżkami, z których każda zawierała 32 słowa 18-bitowe. Głowice czytające musiały być umieszczone w bardzo małej odległości, rzędu dziesiątków mikronów, od powierzchni szybko obracającego się bębna. Z tego powodu drgania szybko obracającego się bębna musiały być mniejsze niż założona odległość głowic od powierzchni bębna. Mówiąc inaczej, bęben musiał być idealnie wyważony. Wyważaniem bębna zajmował się Jasio Miłto, fizyk, który godzinami siedział przy obracającym się bębnie, wpatrzony w oscyloskop informujący go o wielkości amplitudy drgań.

Następnie bęben musiał być pokryty odpowiednim proszkiem ferromagnetycznym aby, podobnie jak na taśmie magnetofonowej, można było na nim zapisywać informacje cyfrowe w układzie binarnym.

Okazało się, że odpowiedniego proszku ferromagnetycznego nie sposób było nigdzie w tym czasie ani kupić ani dostać. Miłto kupował więc taśmy magnetofonowe, rozpuszczał je w acetonie i w ten sposób uzyskiwał potrzebny mu proszek ferromagnetyczny. Wreszcie bęben pokryty warstwą proszku ferromagnetycznego, odpowiednio wyważony został przekazany do eksploatacji.

W międzyczasie mechanicy pod kierunkiem inż. Zbigniewa Malinowskiego zbudowali metalową szafę oraz wsuwane w nią panele, na których zostały zamontowane układy logiczne maszyny. Opracowano również nową, dwudziestokrotną łączówkę. Urządzeniem wprowadzającym dane do komputera był czytnik taśmy perforowanej natomiast na wyjściu znajdował się dalekopis. Montaż maszyny zakończono w grudniu 1960 r., a pod koniec maja 1961 roku przekazano maszynę matematykom, których zadaniem było wykonywanie próbnych obliczeń. Dyrektor Tarnkowski polecił mi przygotowanie maszyny do odbioru przez komisję państwową na czerwiec 1961 r.

Zaproponowałem przygotowanie programu, oczywiście w kodzie wewnętrznym maszyny cyfrowej ODRA 1001, obliczającego wartość sinusa dla dowolnego kąta z przedziału  $[0, \pi/2]$  i poleciłem,

zgodnie hierarchią stanowisk, wykonanie tego zadania mgrowi Stanisławowi Tomaszewskiemu. Napisanie takiego programu było zadaniem bardzo łatwym. Tomaszewski uporał się z nim w ciągu jednej godziny. Natomiast uruchomienie tego programu na maszynie cyfrowej ODRA 1001 okazało się zadaniem niemożliwym do wykonania. Opracowany przez Tomaszewskiego program obejmował 30 rozkazów. Dla jego uruchomienia Stasio potrzebował 30 sąsiadujących ze sobą komórek na bębnie, gdzie mógłby swój program zapamiętać. I to okazało się, niestety, nie możliwe. Staszek przeszukał prawie cały bęben, co zajęło mu bardzo dużo czasu, i nie znalazł potrzebnych mu 30 komórek. Wpisana na bęben informacja zawsze różniła się od później odczytanej. Aby zilustrować jego pracę, wyobraźmy sobie, że mamy do dyspozycji taśmę magnetofonową o długości około 300 m i chcemy zapisać na niej jakąś melodyjkę, która zajmuje 2 m taśmy. Wpisujemy naszą melodyjkę w różnych miejscach tej taśmy ale nigdzie nie udaje się odtworzyć jej czystego brzmienia, bo wszędzie występują jakieś zniekształcenia.

Od czasu do czasu do pracowni przychodził dyrektor Tarnkowski, pytając o przygotowania do państwowego odbioru maszyny. Zawsze go informowałem, że jeszcze są pewne trudności, które matematycy starają się usunąć. Kiedyś zostałem wezwany do gabinetu dyrektora naczelnego. Spodziewałem się reakcji dyrektora, ale nie przypuszczałem, że będzie ona taka ostra.

– Co tam się u was dzieje? – krzyczał dyrektor.

– Inżynierowie zrobili taką ważną i trudną pracę – opracowali dokumentację konstrukcyjną maszyny cyfrowej, opracowali i zmontowali wszystkie układy logiczne, zbudowali pamięć bębnową. A wy co? Wielcy naukowcy! Nie potraficie opracować prostego programu obliczeniowego.

Zaskoczony krzykiem dyrektora, nie wiedziałem jak się tłumaczyć. Nie chciałem na razie mówić o trudnościach z bębniem, bo za uruchomienie obiecana była jakaś nagroda. Zacząłem więc uspakając dyrektora, że wprawdzie są kłopoty, ale na pewno matematycy potrafią je usunąć.

– Kiedy idę obok waszej pracowni – ciągnął swoją niezbyt przyjazną wypowiedź dyrektor – to zawsze widzę matematyków opierających głowy na łokciach i na pewno drzemiących. Co to za rodzaj pracy?

– Panie dyrektorze – broniłem swoich pracowników. – Matematycy, na ogół, nie pracują rękami, tylko głową.

– No dobrze już, dobrze. – dodał dyrektor. –Rozkazuję wam zabrać się porządnie do roboty i uruchomić jakiś program.

Staszek Tomaszewski postanowił wyjawić kłopoty z bębniem Jasiowi Miłto, konstruktorowi bębna. Jasio od razu mu wyjaśnił:

– Powiem ci coś, ale to musi być naszą tajemnicą. Byłbym mile zaskoczony, gdyby na tym bębnie można było zapisać jakiś program. Proszek ferromagnetyczny pokrywający powierzchnię bębna nie jest idealnie jednorodny. Z tej przyczyny powierzchnia bębna nie jest idealnie gładka. Gdybyśmy popatrzyli na nią przez mikroskop, na pewno zobaczylibyśmy różne góry i doliny a również głębokie studnie.

Radzę ci opracować jakiś krótki program obejmujący 10 rozkazów, albo jeszcze mniej.

Ten trudny problem z bębniem rozwiązał ostatecznie Rysio Wrona. Wpadł bowiem na prosty ale genialny pomysł. Przepisał na dalekopisie kawałek tablicy sinusów, uzyskując w ten sposób taśmę perforowaną, z pomocą której łatwo było odtworzyć tekst na dalekopisie. Opracował następnie program zawierający dwa rozkazy.

1. Czytaj rządęk taśmy (pięć bitów) i umieść go w akumulatorze.

2. Wyperforuj zawartość akumulatora na dalekopisie.

Program ten niczego nie obliczał, jedynie czytał kolejny rządęk taśmy perforowanej umieszczonej w czytniku na wejściu komputera, zapisywał go chwilowo na ostatnich pięciu bitach akumulatora i następnie perforował ten rządęk taśmy z pomocą dalekopisu umieszczonego na wyjściu komputera. Był to program powielający taśmę perforowaną. Jedynym wizualnym efektem działania programu było zapalenie się lampek umieszczonych na pulpicie komputera, wyświetlających zawartość 18-tu bitów akumulatora, świecących się na tych miejscach gdzie pojawiała się jedynka. Wizualnie ten

dwurozkazowy program Wrony nie był dobry, ponieważ w czasie czytania taśmy perforowanej zapalały się tylko lampki na ostatnich pięciu miejscach rejestru. Rysio Wrona wówczas nieco zmodyfikował swój program, dodając po pierwszym rozkazie jeszcze dwa rozkazy przesuwania słowa w akumulatorze o 18 bitów, najpierw w lewo potem z powrotem w prawo, jedynie po to, aby poprawić efekt wizualny programu. Teraz podczas pracy programu zapalały się lampki na całym rejestrze.

Doszło wreszcie do odbioru maszyny cyfrowej ODRA 1001 przez komisję państwową składającą się z około dwudziestu kilku osób. Byli przedstawiciele Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego, dyrektorzy zjednoczenia, przedstawiciele Komitetu Centralnego i Komitetu Wojewódzkiego PZPR, profesorowie z Politechniki Wrocławskiej na czele z rektorem Szparkowskim.

Do tego odbioru matematycy przygotowali się należycie. Wydrukowali wcześniej około 50 kartek zawierających fragment tablicy sinusów. Podczas demonstrowania pracy komputera jeden egzemplarz wydrukowali za pomocą programu Wrony i przekazali go przedstawicielowi ministerstwa, a innym gościom rozdali przygotowane kartki z gotowymi wynikami tłumacząc, że z powodu dość wolnej pracy maszyny uzyskanie tak dużej liczby wyników trwało by dość długo.

Po rozdaniu nastąpiło oglądanie wyników przez szanowną komisję. W pewnym momencie uradowany Rektor Szparkowski krzyknął:

– Ta maszyna liczy zadziwiająco dokładnie, z dokładnością sześciu miejsc po przecinku. Sinus 30 st. jest równy dokładnie 0.500000.

Okazało się, że nikt nie zorientował się w oszustwie. Przecież tyle było rzeczy podejrzanych podczas pracy tego programu. Nikomu nie przyszło do głowy pytanie po co tyle danych dla obliczania sinusa, albo dlaczego po każdym odczytaniu rzędka taśmy następuje natychmiastowe wydrukowanie jednego znaku. Stąd można wyciągnąć wniosek, że w całej bardzo licznej komisji nie było ani jednego kompetentnego człowieka. Mało tego, nikt z pracowników ELWRO, włączając dyrekcję, nie zauważył oszustwa. Nawet konstruktorzy tej maszyny byli przekonani, że zrobili dobrą, działającą maszynę cyfrową. Dopiero później zauważyli, że nie ma sensu tej maszyny produkować seryjnie. Oczywiście, została przyznana duża nagroda państwowa, ale nikt poza dyrekcją jej nie oglądał.

W maju 1961 r. biuro konstrukcyjne opracowało założenia techniczne, o nieco lepszych parametrach, dla następnej maszyny cyfrowej – ODRA 1002. Przyjęto pamięć bębnową o pojemności 4096 słów 36 bitowych, na wejściu zaplanowano czytnik taśmy perforowanej, natomiast na wyjściu – perforator taśmy i dalekopis. Wyższe parametry techniczne elementów podstawowych umożliwiły osiągnięcie większych szybkości obliczeń – 800 dodawań na sekundę.

Na maszynie ODRA 1002, uruchomionej w czerwcu 1962 r., można było już wykonywać obliczenia. Pomimo tego ODRA 1002, zgodnie z oceną konstruktorów, jeszcze nie nadawała się do produkcji seryjnej.

#### INSTYTUT BADAŃ JĄDROWYCH W DUBNEJ

W początkach 1960 r. powstała możliwość wyjazdu do ośrodka obliczeniowego w Międzynarodowym Instytucie Badań Jądrowych ( MIBJ ) w Dubnej koło Moskwy. Pod koniec września 1960 r. z ELWRO wyjechało tam pięć osób: dwóch matematyków ( Julian Dębowy i ja ) oraz trzech inżynierów ( Janusz Łakomski, Zbyszek Krukowski i Kazimierz Zoń).

Ja wystartowałem samolotem z Okęcia o godzinie szóstej rano i po dwóch godzinach lotu wylądowałem na lotnisku Szeremietiewo, gdzie zegary, zgodnie z czasem moskiewskim, wskazywały już godzinę dziesiątą z minutami.

Po przejściu przez kontrolę paszportową, zobaczyłem człowieka trzymającego tablicę z napisem Dubna. Podszedłem do niego i po rosyjsku zapytałem:

– Czy pan czeka na kogoś z Polski?

– Słyszę, że pan dobrze mówi po rosyjsku. Tak. Czekam na gościa z Wrocławia.

– W porządku. Właśnie ja jestem z Wrocławia. Nazywam się Roman Iwanowicz Zuber.



Wesoły i przyjemny kierowca wziął ode mnie walizkę i poprowadził do samochodu.

– Czy daleko do Dubnej – zapytałem.

– Nie daleko, Romanie Iwanowiczu. Tylko 180 km na północ od Moskwy.

W Dubnej odbyło się nasze spotkanie z kierownictwem ośrodka obliczeniowego MIBJ. Ja zostałem skierowany do pracowni zajmującej się metodami numerycznymi rozwiązywania równań różniczkowych, kierowanej przez matematyka z Armenii, z nazwiskiem bardzo długim, nie do zapamiętania, którego nazywano Ramiz. Ramiz zaproponował mi opracowanie podprogramów rozwiązujących równania różniczkowe zwyczajne jednokrokowymi metodami Rungego – Kutty oraz wielokrokowymi metodami Adamsa – Bashfortha.

Zabrałem się żwawo do pracy. W pierwszej kolejności zapoznałem się z językiem programowania trójadresowej maszyny cyfrowej KIJEW, na której miałem sprawdzać działanie opracowywanych programów. Programowanie na maszynie KIJEW opanowałem dość szybko, w czym bardzo pomogła mi znajomość programowania na jednoadresowej maszynie EMAL 2.

Po napisaniu kilku podprogramów, postanowiłem uruchomić je na maszynie cyfrowej. Należało teraz przekazać rękopisy programów do pracowni przygotowującej dane dla maszyny cyfrowej na taśmie filmowej, z której odpowiedni czytnik mógł je odczytać i przesłać do pamięci maszyny. Urządzenia służące do perforowania taśmy filmowej były duże i bardzo hałaśliwe. Pracujące na nich panienki musiały zatykać sobie uszy watą, co nie bardzo pomagało. Dlatego każde stojące w pracowni urządzenie perforujące było jeszcze przykryte grubymi kocami. Na domiar złego, perforatory były urządzeniami bardzo zawodnymi i często psującymi się. Dlatego programiści musieli czasami dość długo czekać na wyperforowanie swoich programów albo danych.

Kiedy po raz pierwszy przyszedłem ze swoimi programami do pracowni przygotowania nośników dla maszyny cyfrowej, byłem świadkiem następującej rozmowy:

– Kochana Zoju, bardzo ciebie proszę. Wyperforuj mi te dane. Zobacz, tego nie ma dużo. Tylko dwie strony.

– Czym ja ci, Miszka, wyperforuję? Może palcem, co? Widzisz, że wszystkie perforatory są zepsute.

Idź do majstrów; niech przyjdą naprawić. Już pół dnia o to prosimy Waškę. A on, ta nietrzeźwa zaraza, tylko się uśmiecha i dziewczyny podszczypuje. A nam to płacą za robotę, a nie za podszczypywanie.

Nie tylko z powodu perforowania utrudnione było uruchamianie przygotowywanych programów. Miał swoje mankamenty również czytnik taśmy perforowanej, który często powodował rwanie się perforowanej taśmy filmowej. Rozerwaną taśmę operator musiał sklejać, co zabierało sporo czasu. A ponad to, z powodu niezbyt dobrego kleju, sklejoną taśmą często rwała się ponownie. Kłopoty sprawiała także maszyna cyfrowa, która od czasu do czasu również się psuła. Na szczęście inż. Krukowski z Wrocławia umiał ją naprawiać i to nawet wówczas, kiedy wzywano go do naprawy rozspanego w nocy. Żaden inny specjalista od maszyny cyfrowej KIJEW nie znał jej tak dobrze, jak Zbyszek.

Gdyby nie te wszystkie trudności, mógłbym przygotować dużo więcej podprogramów. Ale i tak opracowałem i uruchomiłem ich sporo podczas ośmiomiesięcznego pobytu w Dubnej.

## OŚRODEK ZASTOSOWAŃ MASZYN CYFROWYCH

Dyrekcja ELWRO robiła sporo rzeczy z wielkim rozmachem, nierzadko na pokaz, nie licząc się z realiami i możliwościami. Od 1 stycznia 1961 roku Pracownia Matematyczna została przemianowana na Ośrodek Zastosowań Maszyn Cyfrowych (OZMC).

Z różnych doniesień pojawiających się w fachowych czasopismach wynikało, że maszyny cyfrowe znajdują coraz szersze zastosowanie. Dyrekcja postanowiła, że matematycy pracujący w ELWRO powinni zająć się zastosowaniami maszyn cyfrowych do sterowania procesami technologicznymi lub do automatyzacji procesów zarządzania.

Praca matematyków w OZMC początkowo ograniczała się do śledzenia literatury i dyskusji,

niejednokrotnie zupełnie jałowych, na tematy zastosowań maszyn cyfrowych. Nieco poważniej zaczęto się zastanawiać nad automatyzacją procesów zarządzania. Ważnym konsultantem oraz informatorem był główny księgowy ELWRO, Wacław Wosik z którym często, przy herbatce i ciastkach, rozmawiałem na tematy maszyn cyfrowych i możliwości ich stosowania do obliczeń w administracji. Grupa matematyków zajęła się analizą obiegu dokumentów w ELWRO, próbując stworzyć pewien model matematyczny opisujący proces zarządzania zakładem produkcyjnym. Matematycy zbierający informacje dotyczące zarządzania w poszczególnych komórkach administracyjnych, bardzo szybko zorientowali się, że zautomatyzowanie administracji wymaga maszyn bardzo szybkich, wyposażonych w bardzo duże pamięci oraz niezawodne urządzenia drukujące i czytające.

Pojawił się również temat dotyczący automatyzacji procesu walcowania stali na wydziale walcowni zgniatacza w Hucie im. Lenina w Nowej Hucie. Matematycy wybrali się do huty, aby przyjrzeć się ciężkiej pracy operatorów sterujących ręcznie procesem walcowania. Operator siedzący na wysokości około 2 – 3 metrów nad kilkutonowym, na metr grubym, rozgrzanym do około 15000 C wlewkiem, operując różnymi dźwigniami, sterował jego ruchem w czasie walcowania go do grubości kilku centymetrów. Praca operatora była piekielnie uciążliwa, przede wszystkim ze względu na wysoką temperaturę, nad wlewkiem. Hutnicy myśleli o zastąpieniu operatora jakimś automatem sterowanym przez maszynę cyfrową. To było zadanie niezmiernie trudne. Potrzebna była nie tylko bardzo szybka maszyna, ale także bardzo dużo czujników i przyrządów pomiarowych dostarczających maszynie na bieżąco dane opisujące aktualne położenie wlewka, jego temperaturę, grubość i inne parametry, zmieniające się z sekundy na sekundę.

Niestety, ani w ELWRO ani w Polsce nie było maszyn nadających się do automatyzacji procesów technologicznych ani też obliczeń administracyjnych.

#### MASZYNA ZUSE Z-22

Widząc niedoskonałość budowanych w ELWRO maszyn cyfrowych, dyrekcja zakupiła w firmie ZUSE w Niemczech Zachodnich maszynę matematyczną Z 22, która miała być wzorcem dla konstruktorów i matematyków. Ze względu na embargo, nie udało się zakupić maszyny cyfrowej w jakiejś poważnej firmie zachodniej, np. w IBM.

W celu przeszkolenia w 1963 roku wyjechało do firmy ZUSE w Bad Hersfeld, na okres dwóch miesięcy, czterech pracowników ELWRO: dwóch inżynierów ( Andrzej Zasada i Stefan Zając ) oraz dwóch matematyków ( Teodor Mika i ja ). Tam wszyscy uczęszczaliśmy na kurs programowania, na który oprócz nas uczęszczało także sporo Niemców. Ja i Teodor już we Wrocławiu przestudiowaliśmy dokumentację maszyny Z 22, poznaliśmy jej język wewnętrzny i nawet wykonywaliśmy na niej obliczenia. Wykładowca prowadzący zajęcia często nas obydwóch wyróżniał, jako jedynych, którzy poprawnie wykonywali wszystkie zadawane przez niego zadania. Po pewnym czasie, przed zajęciami zaczęli nas oblegać niemieccy kursanci, prosząc o wyjaśnianie różnych zawiłości programowania. Uśmiechali się do nas i chwalili nas. Nie oznaczało to wcale, że Niemcy nas kochali.

Na jednym z Bierparty, po wypiciu dużej ilości piwa, jeden z Niemców zaczął wykrzykiwać „polnische Schweine”. Okazało się, że był to Niemiec rodem ze Świdnicy, skąd po 1945 roku musiał wyjechać do RFN. Był zatem „Flüchtige” ( uciekinier albo ziomek ). W należącym do landu Hesja miasteczku Bad Hersfeld odbywały się bardzo uroczyste zjazdy ziomkowskie.

Na szczęście nie wszyscy Niemcy byli negatywnie ustawieni do Polaków. Zaprzyjaźniłem się kiedyś z Niemcem, również – uciekinierem z Polski, z którym później często się spotykałem, dużo spacerowałem po okolicznych, malowniczych górkach i wiele rozmawiałem. On zrzucił całą winę na Hitlera i jego popleczników za, jego zdaniem, haniebną klęskę Niemców.

W Bad Hersfeld mieliśmy okazję obejrzeć kilka działów produkcyjnych firmy ZUSE. Zwiedziliśmy również ciekawą i bardzo pouczającą wystawę maszyn cyfrowych w Hannoverze, gdzie poznaliśmy wiele najnowszych modeli szybkich maszyn cyfrowych, oraz urządzeń współpracujących z nimi:

drukarek, urządzeń wejścia i wyjścia, urządzeń kreślących, pamięci zewnętrznych itp. Poznaliśmy możliwości stosowania maszyn cyfrowych do sterowania procesami technologicznymi oraz do prac administracyjnych. Zebraliśmy dużo prospektów i różnych materiałów drukowanych związanych z konstrukcją, działaniem i zastosowaniami maszyn matematycznych.

W Hanoverze byłem zaszokowany, kiedy zobaczyłem wokół terenów wystawowych tysiące eleganckich samochodów, które nie mieściły się na przygotowanych parkingach. Powiedziałem wtedy do inżyniera, który zawiózł nas firmowym samochodem do Hannoveru, że chyba w całej Polsce nie ma tyle samochodów, ile jest na tej wystawie. On odpowiedział mi wtedy:

– Niech się pan nie martwi. Ta zaraza dojdzie także do was.



Hamburg. Czterech pracowników ELWRO wysłanych na przeszkolenie do Bad Hersfeld w porcie w Hamburgu ( od prawej ):, Teodor Mika, Andrzej Zasada, Stefan Zając i Roman Zuber.

#### MASZYNA CYFROWA UMC 1

Dyrekcja WZE ELWRO dążyła uparcie do postawionego celu ? do rozpoczęcia seryjnej produkcji maszyn cyfrowych. Widząc niezbyt dobre perspektywy dla konstrukcji maszyn cyfrowych opracowywanych we własnym Biurze Konstrukcyjnym, postanowiła ponownie poszukiwać odpowiedniej konstrukcji w Warszawie.

Najbardziej zaawansowane były prace prowadzone w Zakładzie Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii Politechniki Warszawskiej przy przygotowaniu maszyny cyfrowej UMC 1 ( Uniwersalnej Maszyny Cyfrowej ). Kierujący zakładem Prof. Antoni Kiliński wyraził zgodę na seryjną produkcję tej maszyny w ELWRO. Uruchomieniem produkcji zajął się zespół konstrukcyjno–technologiczny pod kierunkiem mgra inż. Eugeniusza Bilskiego, do którego weszła grupa inżynierów i matematyków, między innymi: mgr inż. Zbigniew Krukowski i mgr Stanisław Lepetow.

W maszynie zastosowano sumator pracujący w arytmetyce minus dwójkowej, opracowany przez profesora Pawlaka, którego konstrukcja była prostsza od sumatora plus dwójkowego. Okazało się jednak, że mocno skomplikował się układ dzielenia, co wyszło na jaw dopiero przy sprawdzaniu działań arytmetycznych. Elwrowscy matematycy, Julian Dębowy i Teodor Mika zauważyli, że w niektórych przypadkach wyniki dzielenia nie są poprawne. Konstruktor maszyny Jerzy Płoński musiał przerobić układ dzielenia liczb. Te przeróbki trochę poprawiły dzielenie, ale i tak występowały przypadki, wprawdzie w bardzo nietypowych i rzadkich przypadkach, kiedy wyniki dzielenia były fałszywe. Zdecydowano jednak, że tak musi pozostać. UMC 1 była dużą maszyną lampową, energochłonną i

mocno grzejącą się, dlatego wymagającą intensywnego chłodzenia. Była wyposażona w pamięć bębnową o pojemności 4096 słów 36 bitowych. Osiągała szybkość 100 dodawań na sekundę. Na wejściu i jednocześnie wyjściu miała dalekopis z perforatorem taśmy.

W WZE ELWRO w latach 1963 – 1964 wyprodukowano 25 maszyn UMC 1. Nie była to jednak udana konstrukcja, dlatego zainteresowanie nią było dość małe. Jedna z tych maszyn została zainstalowana w Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie, gdzie dzięki współpracy z Politechniką Warszawską i opracowaniu odpowiedniej biblioteki programów, była dobrze wykorzystana. Jeden egzemplarz, ze względu na istniejące już oprogramowanie, zakupiło także Przedsiębiorstwo Geodezyjno – Kartograficzne we Wrocławiu. Jeden egzemplarz zakupili Węgrzy. Ponieważ zainteresowanie tymi maszynami spadało, ELWRO postanowiło kilka egzemplarzy podarować szkołom lub harcerzom.



UMC 1 : Przy maszynie UMC-1 stoją (od prawej): prof. Jerzy Bromirski zasłania dyr. Tarnkowskiego machającego ręką, rektor politechniki Dionizy Smoleński, Roman Zuber w tyle i docent Bronisław Pilawski wpatrzony w dalekopis, wejście-wyjście maszyny cyfrowej.

#### MASZYNA CYFROWA ODRA 1003

W 1962 roku jednocześnie z uruchamianiem produkcji maszyny UMC 1 Biuro Konstrukcyjne opracowywało nowy model maszyny typu ODRA przeznaczony do seryjnej produkcji. Logikę tej maszyny, jej parametry użytkowe, listę podstawowych rozkazów, schematy logiczne wszystkich układów zaprojektował i przedyskutował z całym zespołem matematyków wysokiej już klasy specjalista Thanasis Kamburelis. Konstruktorzy – elektronicy mieli również spore już wiadomości, duże rozeznanie w światowych rozwiązaniach i tendencjach rozwojowych oraz duże doświadczenie technologiczne uwzględniające wymogi seryjnej produkcji. Nowa konstrukcja miała już sporo walorów użytkowych, które potwierdzały jej przydatność do obliczeń naukowo – badawczych i technicznych. W grudniu 1962 roku wykonano model, na którym matematycy mogli uruchamiać swoje programy. Matematycy w pierwszej kolejności zabrali się do opracowania biblioteki podprogramów, to znaczy takich modułów obliczeniowych, które mogą być dołączane do każdego innego programu obliczeniowego. Podprogramy realizowały takie zadania obliczeniowe, które często występują w różnych konkretnych obliczeniach technicznych i naukowo – badawczych. Lista podprogramów była obszerna, obejmująca kilka działów metod numerycznych: obliczanie wartości funkcji elementarnych, interpolacja, aproksymacja, algebra liniowa, rozwiązywanie równań nieliniowych, algebraicznych i przestępnych, rozwiązywanie równań różniczkowych

zwyczajnych i ich układów. Wszystkie podprogramy dla maszyny cyfrowej ODRA 1003 matematycy z OZMC przygotowali w jej kodzie wewnętrznym.

Ponieważ programy użytkowe najłatwiej pisało się w języku algorytmicznym, matematycy z ELWRO zwrócili się do Katedry Metod Numerycznych Uniwersytetu Wrocławskiego z propozycją opracowania translatora jakiegoś języka algorytmicznego.

Doc. Paszkowski zaproponował opracowanie autokodu wzorowanego na autokodzie MARK III dla ELLIOTTA 803, znacznie okrojonego w porównaniu z ALGOLEM, ale jednocześnie umożliwiające zbudowanie translatora tego języka nawet dla tak wolnej i małej maszyny jaką była ODRA 1003. W wyniku prowadzonych dyskusji powstał autokod MOST 1, którego wykonawcami byli:

Stefan Paszkowski, Jerzy Szczepkowicz, Krystyna Jerzykiewicz, Ryszard Wrona i inni. W autokodzie MOST 1 formuły matematyczne zapisywało się podobnie jak w ALGOLu.

Programiści z OPZMC mieli teraz coraz więcej pracy. Organizowali kursy programowania oraz obsługi maszyn dla użytkowników krajowych i zagranicznych. Obsługiwali różne wystawy i targi, gdzie demonstrowali walory i możliwości maszyn elwrowskich, często odwiedzane przez delegacje rządowe. Zdarzyło się kiedyś, że do stoiska na Targach Poznańskich, gdzie ja, jako kierownik OZMC, prezentowałem elwrowską maszynę cyfrową, przyszedł ze swoją świtą I Sekretarz Komitetu Centralnego PZPR Władysław Gomułka. Zaskoczony i nieco stremowany grzecznie powitałem pierwszego sekretarza. Gomułka podszedł do mnie, przywitał się i skierował swój wzrok na maszynę cyfrową Odra 1003. Następnie z wielką uwagą słuchał mojego opowiadania o produkcji i sukcesach ELWRO, o budowanych tam maszynach cyfrowych i ich stosowaniu w walcowni zgniataczu w Hucie im. Lenina w Nowej Hucie. W pewnej chwili wyciągnął z górnej kieszonki marynarki nieco zgniecioną paczkę papierosów „mocne”, jednego papierosa przełamał, połówkę włożył do paczki i schował z powrotem do kieszonki, a drugą połówkę włożył do szklanej lufki. W tym momencie ktoś z jego świty zapalił szarmancko zapalniczkę i podał ogień I Sekretarzowi, towarzyszowi Wiesławowi

### OPZMC

W 1963 roku dyrekcja ELWRO przekształciła OZMC ( Ośrodek Zastosowań Maszyn Cyfrowych ) na OPZMC ( Ośrodek Prób i Zastosowań Maszyn Cyfrowych ), powierzając kierownictwo docentowi Bronisławowi Pilawskiemu, który jednocześnie kierował Zakładem Organizacji i Zarządzania na Politechnice Wrocławskiej.

Mnie powierzono dwa stanowiska: Z-cy Pełnomocnika Dyrektora ds. Prób i Zastosowań Maszyn Cyfrowych oraz Kierownika Sekcji Współpracy z Odbiorcą i Szkolenia Eksploatacyjnego. Znowu były to działania na wyrost.

Kierownik OPZMC natychmiast po przyjeździe do ELWRO zatrudnił kilka pań, które miały wykonywać jakieś bardzo żmudne ale nadzwyczaj ważne prace. Na początku nie bardzo było wiadomo czym się faktycznie zajmują, ponieważ ich prace były owiane milczącą tajemnicą. Wszystkie razem siedziały w oddzielnym pokoju i coś pisały na dalekopisach, powielając jednocześnie tę samą informację na taśmach perforowanych. Można się było tylko domyśleć, że przygotowują jakieś dane dla maszyny cyfrowej. Natomiast jedna z nich, pani Basia, studiująca aktualnie ekonomię, przygotowywała program dla obliczeń na maszynie UMC 1. To wynikało z jej częstych pytań kierowanych do matematyków, dotyczących tajników programowania właśnie na tej maszynie. Te tajemnicze prace trwały kilka miesięcy.

Panie pracujące bezpośrednio dla Pilawskiego wychodziły wprost z siebie, aby nie zdenerwować swojego szefa. Jeśli tylko był zdenerwowany, co często się zdarzało, natychmiast jedna przed drugą biegły do niego z herbatą lub kawą i lubianymi przez szefa ciasteczkami, szybko kładły na stolik czyste serwetki, przystawiały do stolika krzesło i z miłym i słodkim uśmiechem zapraszały „kochanego” szefa na herbatkę. Ale kiedyś nie pomogła nawet pyszna herbatka. Pilawski usłyszawszy, że Basia jeszcze nie zrobiła długo oczekiwanego programu obliczeń, bardzo mocno zdenerwował się i bardzo siarczyście

okrzyczał biedną, przestraszoną Basię. Wówczas Basia, w tajemnicy przed szefem, przysłała z płaczem do Andrzeja Czyłoka – matematyka z OPZMC i poprosiła o pomoc.

– W czym mam pani pomóc, pani Basiu? – pytał Andrzej.

– Powiem panu, jeśli przyrzeknie mi pan, że zachowa wszystko w tajemnicy – błagała Basia. – Nie chcę by o tym dowiedział się mój szef. Bardzo wyraźnie wszystkim nam nakazał trzymanie języka za zębami. Mam napisać program dla metody PERT.

Przecież metoda PERT nie jest żadną tajemnicą – wyjaśniał Andrzej.

– Czy chodzi pani o wyznaczanie tzw. gorącej linii?

– Tak. A skąd pan to wie? – pytała zdziwiona Basia. – Przecież docent wyjaśniał, że to jest zupełnie nowa, rewelacyjna metoda. Dlatego prosił nas o tajemnicę.

– O metodzie PERT można poczytać w książkach, pani Basiu – wyjaśnił mgr Andrzej Czyłok. – na ten temat jest wiele publikacji. A zgadzam się z panią, że jest to nowa metoda i być może rewelacyjna Pani Basiu. Ponieważ nie lubię, kiedy pani płacze, a wolę jak się pani śmieje, to obiecuję pani pomóc. Zrobię dla pani ten program. Tylko proszę mieć to na uwadze, że tym programem nie będzie pani mogła wykonać obliczeń dla takich przypadków, gdzie liczba zaplanowanych prac jest duża. UMC 1 jest maszyną bardzo wolną i ma stosunkowo małą pamięć jak na potrzeby metody PERT.

Andrzej dotrzymał obietnicy i już na drugi dzień przyniósł Basi gotowy program.

– Pani Basiu dzisiaj jestem nie wyspany, bo do drugiej w nocy robiłem ten program. Myślę, że nie ma w nim błędów. A jeśli jednak jakiś błąd się zakradł, to obiecuję natychmiast program poprawić. Otrzymuje pani pełną gwarancję.

Teraz dopiero uradowane panie biegały ze swoimi taśmami perforowanymi do maszyny cyfrowej UMC 1, która wyznaczała gorące linie dla przygotowanych przez siebie danych – może wziętych z jakiegoś podręcznika a może wymyślonych przez docenta. Przeliczały na maszynie dziesiątki przykładów.

Na początku każdego miesiąca przyjeżdżał do OPZMC profesor ekonomii z Warszawy.

Był serdecznie i czolobitnie witany przez szefa Pilawskiego oraz słodko uśmiechające się panie.

Pilawski zawsze przy takich wizytach prosił matematyków, aby nie przeszkadzali, ponieważ odbywa się seminarium na temat zastosowań maszyn cyfrowych w pracach administracyjnych ( sąsiadujące pokoje matematyków i pań były oddzielone cienką drewnianą ścianką ).

Matematycy czasem proponowali również swój udział w takim seminarium, które, ich zdaniem, mogło by być bardzo użyteczne dla nich. Wtedy Pilawski dość wykrętnie tłumaczył, że dla matematyków nie znających dość dobrze zagadnień ekonomicznych, takie seminarium może być niezrozumiałe.

I oto kiedyś zdarzyło się, że pan profesor z Warszawy przyjechał w dniu, kiedy nie był przez nikogo oczekiwany. Profesor zapukał do mojego pokoju:

– Czy mógłbym u pana trochę posiedzieć i odpocząć.? Odebrałem z kasy pieniądze i miałem zamiar porozmawiać z doc. Pilawskim, ale go nie zastałem

– Panie profesorze – poinformowałem. – Pan docent Pilawski wraz z grupą swoich pracowników pojechał na Politechnikę, gdzie zwyczajowo chodzi co tydzień. Ale proszę się u mnie rozgościć. Zaraz każę przynieść sekretarce herbatę. A może napije się pan kawy.?

– Kawy nie piję – powiedział profesor. – Chętnie napiję się mocnej herbaty.

Przy herbatce profesor się rozgadał:

– Pan jest matematykiem, specjalistą od maszyn matematycznych. Czy mógłby mi pan krótko wyjaśnić, co to są te mózgi elektronowe. Bo widzi pan ja jestem doradcą doc. Pilawskiego w zagadnieniach dotyczących zastosowań maszyn matematycznych w ekonomii. Ja tłumaczyłem panu Pilawskiemu, że na ekonomii znam się bardzo dobrze, ale nie znam się na maszynach cyfrowych. Ale pan Pilawski zapewnił mnie, że najważniejsza jest znajomość ekonomii, a nie maszyn do liczenia. Wystarczy, że on się na nich zna.

Blisko rok trwały prace grupy Pilawskiego, a jej efektem było przygotowanie dla WZE ELWRO obszernego opracowania. Opracowanie przygotowano w kilku egzemplarzach, oprawiono w twardą,

czerwoną oprawę z tytułem wypisanym złotymi literami. Pilawski kilkakrotnie podkreślał, że najważniejszą rzeczą w każdym pracowniu jest jego piękna oprawa i wypisany dużymi, złotymi literami tytuł. Do środka i tak nikt nie zagląda. Zawsze traktowałem tę wypowiedź jako dobry dowcip docenta Pilawskiego.

Niedługo po ukończeniu pracy, dowiedziałem się z dwóch źródeł o przyznanej za nią nagrodzie pieniężnej. Pierwszym informatorem był główny księgowy ELWRO, Waclaw Wosik z którym często rozmawiałem na tematy maszyn cyfrowych i możliwości ich stosowania do obliczeń w administracji. Poprosił mnie do siebie, przygotował dwie szklanki herbaty, jakieś ciastka i zaczął się użalać:

– Muszę panu powiedzieć, panie Romanie, że nas obydwu zrobiono w ELWRO na szaro. Za rzekomo nadzwyczaj ważną pracę dla zakładu, przyznano 300 tysięcy złotych. A wie pan co w tej pracy było? Dwa nasze opracowania i około 150 stron jakichś wyników obliczeń. Czy pan, panie Romanie, dostał jakieś pieniądze za to opracowanie?

– Nie bardzo rozumiem za co? Ja nie brałem udziału w tym opracowaniu. Chwileczkę. Dostałem niedawno 5 tysięcy złotych premii uznaniowej. Trochę byłem zdziwiony, bo ostatnio dyrektor mnie kilka razy objechał za niewykonanie planu

– No widzi pan.

Po tygodniu poprosił mnie na rozmowę mgr inż. Struzik, przewodniczący Rady Zakładowej. Zawsze przyjaźnie do mnie ustawiony, tym razem był trochę zdenerwowany. Pokazując opracowanie w czerwonej oprawie spytał:

– Czy mógłby mi pan wyjaśnić czego dotyczy ta praca? Przeczytałem to, co jest w jej pierwszej części. Mówi się tam trochę o organizacji administracji w zakładzie produkcyjnym, trochę o obiegu dokumentów, planowaniu produkcji oraz możliwościach stosowania maszyn cyfrowych do niektórych prac w księgowości. Dalej opisane są nowoczesne maszyny cyfrowe: organizacja logiczna, lista rozkazów, rodzaje pamięci, urządzenia wejścia i wyjścia itp. Następnie opisana jest jakaś metoda PERT służąca do planowania produkcji, ale z tego opisu nie wiele zrozumiałem – brzmi bardzo naukowo. I na koniec dołączonych jest około 150 kartek zawierających kolumny liczb – zupełnie niezrozumiałych.

– Panie inżynierze. Czy mógłby mi pan dać na chwilę to opracowanie? – poprosiłem. – Chciałbym zobaczyć, co w nim jest.

– Jak to? – zdziwił się Struzik. – Nie zna pan tego opracowania?

– Nie. – odpowiedziałem. – Widziałem to opracowanie wtedy, kiedy panie współpracujące z Pilawskim przyniosły kilka jego egzemplarzy od intrologatora. Chciałem wtedy jeden egzemplarz oglądnać, ale panie nie pozwoliły mi tłumacząc, że muszą je przekazać do rąk docenta Pilawskiego.

Przekartkowałem podane mi przez Struzika opracowanie i po raz pierwszy zorientowałem się czego dotyczy.

– Panie inżynierze. Dwa pierwsze rozdziałiki napisaliśmy, prawie do spółki, z Wosikiem. Miały być umieszczone w naszym, elwrowskim czasopiśmie. Obydwaj nie mieliśmy pojęcia, że one znajdą się w tym opracowaniu. Metodę PERT chyba opisał Pilawski.

– Co to jest za metoda, panie magistrze? – przerwał Struzik.

– Spróbuję wyjaśnić to, co o niej wiem. Przyjmijmy, że do jakiegoś zakładu produkcyjnego napłynęło sporo zleceń na wykonanie różnych prac. Jedne z nich muszą być szybko wykonane, inne mogą być wykonane później. Za jedne można sporo zarobić, ale niewykonanie w terminie pociąga duże kary umowne. Różnych uwarunkowań może być wiele. Należy teraz rozsądnie zaplanować wykonanie tych prac tak, aby np. straty były minimalne. Takie mniej więcej problemy rozwiązuje metoda PERT, która wyznacza tzw. gorącą linię, określając kolejność wykonania prac i terminy ich wykonania. Właśnie, panie inżynierze, na początku tej niezrozumiałej części z różnymi liczbami znajduje się program na maszynę UMC 1, opracowany przez mgra Andrzeja Czyłoka, a dalej są dane i wyniki obliczeń dla dziesiątków przykładowych.

– Jeśli tam jest program dla metody PERT, to można powiedzieć, że opracowanie ma jakąś wartość

użytkową – ucieszył się Struzik.

– Pewno tak – potwierdziłem. – Ale trzeba uczciwie powiedzieć, że ten program jest dosyć prymitywny, nie uwzględniający wszystkich założeń metody PERT. Został bowiem opracowany dla maszyny o bardzo małej pamięci i może rozwiązywać tylko jakieś banalne przykłady. Na pewno nie ma wielu cech użytkowych.

– Aha, rozumiem – powiedział Struzik. – Poza tym wydaje mi się, że w ELWRO nie ma potrzeby stosowania takiej metody planowania. Tu idzie seryjna produkcja. Panie magistrze, muszę panu powiedzieć, że to jest jedno wielkie oszustwo. Ale, niestety, tak sprytnie zrobione, że w tej chwili nie ma już żadnej możliwości tego zmienić. Komisja złożona ze specjalistów potwierdziła przydatność pracy dla ELWRO.



Uroczystość w OPZMC. Od lewej: Piotr Kremienowski, Wojtek Mijalski, N. Tabisz (astronom), Roman Zuber, Julian Dębowy, N.N, Stefan Zając, N.N. trzymający rękę nad głową Zdzicha Wieliczko, Andrzej Czyłok. Z osób siedzących poznaję tylko naszą sekretarkę -- szósta od lewej.

Przedstawiam ostatnią część moich wspomnień o Elwro, z okresu kiedy już tam nie pracowałem, ale ciągle jeszcze miałem sporo kontaktów Wrocławskimi Zakładami Elektronicznymi. W tej części wykorzystalem częściowo informacje znajdujące się w innych publikacjach, np. w publikacji mgra inż. Eugeniusza Bilskiego.

#### SERYJNIE PRODUKOWANE MASZYNY CYFROWE

ELWRO nabierało dużego rozmachu w konstruowaniu i seryjnej produkcji maszyn cyfrowych, a to dzięki coraz liczniejszej kadrze specjalistów od maszyn matematycznych: inżynierów i matematyków. W latach 1966 – 1967 szła seryjna produkcja maszyn cyfrowych ODRA 1013 i jednocześnie przygotowywano nowe konstrukcje komputerów ( zaczęła się pojawiać, nieśmiało jeszcze, nazwa komputer w miejsce nazw: maszyna cyfrowa, maszyna matematyczna, którą to nazwę w polskim nazewnictwie zaproponował, prawdopodobnie, A. B. Empacher. ) Należy tu podkreślić, że w tym okresie warszawskie ośrodki zajmujące się konstrukcją nowych maszyn cyfrowych były zainteresowane



przekazywaniem dokumentacji swoich komputerów do ELWRO, starając się o ich seryjną produkcję. W roku 1966 Biuro Konstrukcyjne ELWRO wspólnie z Wojskową Akademią Techniczną przygotowywało produkcję maszyny analogowej ELWAT 1, której twórcą był Józef Kapica z WATu. Grupa Konstruktorów ELWRO pracowała pod kierunkiem inż. Andrzeja Myszkiera. Miała to być maszyna specjalistyczna dla potrzeb wojska. W latach 1967 – 1969 wyprodukowano 50 maszyn analogowych ELWAT 1 i na tym produkcja zakończyła się ze względu na coraz mniejsze zainteresowanie wojska tą maszyną.

Najpoważniejszą konstrukcją przygotowywaną w drugiej połowie lat 60-tych była maszyna cyfrowa ODRA 1204. Jej konstruktorami byli częściowo inżynierowie opracowujący maszyny ODRA 1003 i ODRA 1013, a również nowi, w tym: Bronisław Piwowar, Alicja Kuberska, Adam Urbanek, a także Bogdan Kasierski i Ryszard Fudala – absolwenci Politechniki Warszawskiej, wychowankowie prof. Antoniego Kilińskiego. Cały zespół pracował pod nadzorem Zbigniewa Wojnarowicza, kierownika Biura Rozwojowego od roku 1962, to jest po odejściu na Politechnikę Wrocławską prof. dra Jerzego Bromirskiego.

#### MASZYNA CYFROWA ODRA 1204

Najpoważniejszą konstrukcją przygotowaną do seryjnej produkcji była ODRA 1204, pierwsza w Polsce maszyna mikroprogramowana, o znacznie zmniejszonych gabarytach mocno rozbudowanej, w stosunku do poprzednich maszyn, części centralnej. Zbudowana na technice tranzystorowej, jak jej poprzedniczki: ODRA 1003 i ODRA 1013. Posiadała trzy rodzaje pamięci: ferrytową pamięć operacyjną o pojemności 16, 32 lub 64 K słów 24 bitowych, pamięć zewnętrzną na taśmie magnetycznej oraz pamięć zewnętrzną na 4 bębnach każdy o pojemności 16 K słów [K (kilo) = 1024]. Na wejściu był czytnik, a na wyjściu – perforator taśmy papierowej. Maszyna pracowała z szybkością 60 000 dodawań na sekundę.

Głównym architektem maszyny był Thanasis Kamburelis, który opracował bardzo nowoczesną, jak na te czasy, logikę uwzględniającą rozwiązania światowe. Najpoważniejszymi atutami, które spowodowały, że ODRA 1204 była znowu jedną z najlepszych maszyn w krajach RWPG, była jej niezawodność oraz bardzo bogate i nowoczesne oprogramowanie, opracowane częściowo przez matematyków elwrowskich, a w znacznej mierze przez matematyków z Katedry Metod Numerycznych Uniwersytetu Wrocławskiego kierowanej przez doc. dra Stefana Paszkowskiego.

Mgr Teodor Mika z OPZMC wspólnie z Mieczysławą Piernikowską i Lidią Zajkowską opracowali dla ODRA 1204 Język Adresów Symbolicznych ( JAS ), natomiast pozostali matematycy OPZMC: Julian Dębowy, Andrzej Czylok, Piotr Kremienowski, Stanisław Tomaszewski i inni przygotowali obszerną bibliotekę procedur i programów użytkowych.

Szczególnie ważną rolę odegrał mgr Jerzy Szczepkowicz z Katedry Metod Numerycznych Uniwersytetu Wrocławskiego, który opracował dla tej maszyny bogate oprogramowanie podstawowe. Już dla prototypu maszyny cyfrowej ODRA 1204 opracował i wykonał pierwszy swój translator języka algorytmicznego ALGOL. Wykonał pracę, która w opinii wielu informatyków, specjalistów w dziedzinie budowy translatorów, była niemożliwa do wykonania w tak krótkim czasie przez jednego człowieka. Sukces Szczepkowicza polegał na wykorzystaniu metody opublikowanej w jednej ze swoich prac. Opracował translator ALGOLu dla prototypu komputera ODRA 1204 w 1968 roku wykorzystując tablice sterujące wyprodukowane za pomocą komputera ELLIOTT 803 pracującego w Zakładzie Metod Numerycznych i Maszyn Matematycznych Uniwersytetu Wrocławskiego. Była to jednocześnie jego praca doktorska – doktoryzował się w maju 1969 r.

Przez następne 8 lat dr Jerzy Szczepkowicz opracował dla komputera ODRA 1204 kilka wersji oprogramowania podstawowego, dostosowanego do różnych konfiguracji pamięci maszyny cyfrowej. Opracował trzy systemy operacyjne: system operacyjny MASON, który ze względu na zajmowanie tylko 1536 komórek pamięci operacyjnej wyparł elwrowski system operacyjny SOW zajmujący

dokładnie dwukrotnie więcej pamięci, system operacyjny dla komputera z pamięcią bębnową oraz system operacyjny MT 1204 dla komputera z dodatkową pamięcią taśmową.

Szczepkiewicz skonstruował także, wraz z pięcioosobowym zespołem, trzy systemy programowania: system programowania ALGOL 1204 (wspólnie z Krystyną Jerzykiewicz), wykorzystany później w 150 instalacjach, system programowania ALGOL 1204 dla komputera z pamięcią bębnową oraz ulepszoną wersję systemu programowania ALGOL 1204 dla komputera z pamięcią bębnową i taśmową. W latach 1980 – 81 Szczepkiewicz opracował oprogramowanie pozwalające przenosić dane i programy napisane w ALGOLu 1204 z komputera ODRA 1204 na komputer ODRA 1305 lub ICL 1900.

Ze względu na to, że zakup zachodnich maszyn cyfrowych w Polsce, a także w innych krajach bloku komunistycznego, był niemożliwy, ODRA 1204 cieszyła się dużym popytem.

Łącznie w latach 1968 – 1972 w ELWRO wyprodukowano 179 tych maszyn, a wyeksportowano za granicę do krajów RWPG, 114 egzemplarzy.

### KOMPUTERY SERII ODRA 1300

W latach sześćdziesiątych stało się jasne, że najważniejszą częścią składową komputera jest jego oprogramowanie. Wiadomo było również, że dobre oprogramowanie opracowują ogromne zespoły specjalistów i nie jest możliwe wykonanie takiej pracy w naszym kraju, gdzie liczbę wykształconych informatyków można było policzyć na palcach.

W roku 1966 Romuald Marczyński przewodniczący Komisji Oceny Maszyn Matematycznych zaproponował Zjednoczeniu MERA, któremu ELWRO podlegało, zbudowanie w Polsce komputera akceptującego oprogramowanie podstawowe i użytkowe jakiegoś dobrego komputera zachodniego.

W maju 1967 roku wyjechała do Anglii grupa polskich ekspertów, która po wielu rozmowach zdecydowała się na negocjacje z firmą International Computers and Tabulators (ICT). W końcowym efekcie zostało zawarte odpowiednie porozumienie dotyczące komputera ICL 1900. Porozumienie podpisane w lipcu 1967 roku przewidywało dostarczenie dla ELWRO przez firmę ICT dokumentacji logicznej, taśm z pełnym oprogramowaniem podstawowym i użytkowym oraz kompletu taśm z programami sprawdzającymi i kontrolującymi pracę maszyny cyfrowej ICL 1900 w zamian za zakup do Polski kilku komputerów ICL produkcji angielskiej. Porozumienie przewidywało również przeszkolenie kilku logików z WZE ELWRO.

Wydaje się, że Anglicy nie wierzyli w możliwość sensownego wykorzystania przez ELWRO dokumentacji logicznej komputera ICL 1900, natomiast byli zadowoleni ze sprzedaży kilku maszyn do Polski. Podobnie sceptycznie zapatrywali się na tę transakcję niektórzy polscy specjaliści, szczególnie ci z Warszawy.

Po dwu latach, na początku 1970 roku, w ELWRO zbudowano 8 maszyn ODRA 1304, które dokładnie przetestowane przez inżynierów firmy ICT stosujących swoje testy kontrolne, zostały uznane jako w pełni zgodne z komputerem ICL 1900. Utrudnieniem dla inżynierów elwrowskich było wyposażenie komputera ODRA 1305 w urządzenia zewnętrzne, stosowane po raz pierwszy: czytnik kart, drukarka wierszowa, multipleksery i terminale. Zarówno Anglicy jak i wielu polskich niedowiarków byli zaszokowani sukcesem konstruktorów rodem z ELWRO.

Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO w latach siedemdziesiątych znowu produkowały najlepsze maszyny w bloku tzw. krajów socjalistycznych, należących do narzuconej im organizacji RWPG. Pod względem technicznym jeszcze doskonalsze były komputery ODRA 1305 i ODRA 1325, gdzie zastosowano układy scalone. Jednakże najpoważniejszym atutem maszyn serii ODRA 1300 było bogate oprogramowanie, pracujące pod kontrolą systemu operacyjnego George: systemy programowania ALGOL, FORTRAN i COBOL, język konwersacyjny JEAN, języki symulacyjne CSL i SIMON, bogata biblioteka zawierająca ponad 1000 procedur standardowych oraz 15 pakietów programów użytkowych z zakresu planowania i zarządzania. Te ostatnie były, niestety, nieprzydatne ze względu na różnice w systemach gospodarczych kapitalistycznych i socjalistycznych (przedsiębiorstwa

polskie nie były dostosowane do praw wolnego rynku ).

W oparciu o maszyny serii ODRA 1300, wyposażone w multipleksery i terminale, na początku lat 70 powstały pierwsze w RWPG abonenckie systemy wielodostępne, co umożliwiło informatyzację kolei, budownictwa, GUS i szkół wyższych.

W ELWRO wyprodukowano łącznie 587 komputerów serii ODRA 1300. Wielkoseryjna produkcja tych maszyn spowodowała powstanie nowych zakładów informatycznych, takich jak: ZMP Błonie, gdzie produkowano i eksportowano drukarki wierszowe oraz MERAMAT produkujące pamięci taśmowe. Współpraca z ELWRO przynosiła także korzyści angielskiej firmie ICT, która eksportowała do Polski dużą liczbę urządzeń zewnętrznych komputerów.

Radzieccy specjaliści w zakresie maszyn cyfrowych kilkakrotnie odwiedzili Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO.

Coraz częściej mówiło się o jednolitym systemie maszyn cyfrowych, który miałby objąć wszystkie kraje socjalistyczne.

W lutym 1968 r. odbyło się w Moskwie dwustronne spotkanie na wysokim ministerialnym szczeblu Komisji Planowania polskiej i radzieckiej. Strona radziecka zaproponowała szeroką współpracę wszystkich krajów należących do RWPG w zakresie budowy jednolitej rodziny maszyn cyfrowych kompatybilnych zarówno w zakresie oprogramowania jak i w zakresie interfejsów z maszynami firmy amerykańskiej IBM. W wyniku rozmów powstała koncepcja budowy maszyn cyfrowych serii RIAD. WZE ELWRO zostały zmuszone do zaniechania dość dobrze już rozwiniętej produkcji maszyn typu ODRA i przestawienia się na produkcję innego typu maszyn cyfrowych, a dokładniej na produkcję komputera RIAD 32. Była to, oczywiście, decyzja polityczna, zupełnie nie uwzględniająca warunków ekonomicznych, nie licząca się z koniecznością przekwalifikowania kadry informatyków elwrowskich. A co gorsze, wówczas nie wolno było oficjalnie mówić o tym, że RIADy były wzorowane na maszynach amerykańskich IBM 360.

Prawdopodobnie już w tych latach amerykańska firma IBM przygotowywała rewolucję w zakresie maszyn cyfrowych – opracowywała komputery osobiste – Personal Computer ( PC ). Wraz z nakazem rozpoczęcia produkcji maszyn cyfrowych serii RIAD kończyła się era maszyn cyfrowych ODRA.