

**Krystian K. A. Żymełka**

**Minikomputer PRS-4**  
*Wspomnienia konstruktora<sup>1</sup>*

**Katowice 2008**

---

<sup>1</sup> Artykuł, z niewielkimi skrótami oraz bez większości ilustracji, wydrukowało Wydawnictwo Instytutu Historii Nauki Polskiej Akademii Nauk ANALECTA z.1-2, 2010, s. 111-178

## Spis rzeczy

Prolog .....	4
Studia – początek drogi .....	6
Dyplom.....	7
Zdobywanie doświadczeń .....	7
System S.....	8
<i>Pamięć buforowa</i> .....	8
<i>Transmisja TFF</i> .....	8
Zakład Automatykacji Powierzchniowej .....	9
<i>Układ wyświetlania – mój pierwszy projekt</i> .....	9
<i>Interfejs Pamięć Buforowa – OPTIMA, mój drugi projekt</i> .....	10
<i>UZO-4 urządzenie sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym</i> .....	11
<i>Pierwsze nagrody, patenty i wyróżnienia</i> .....	13
<i>Inne projekty</i> .....	14
<i>Minikomputer HP2114B</i> .....	15
<i>Urządzenie pilotujące systemów kompleksowej automatyzacji</i> .....	17
<i>Komórka 202 systemu operacyjnego BCS</i> .....	18
Od prototypu MKJ-28 do minikomputera PRS-4.....	19
Narodziny MKJ-28.....	20
<i>Studium wykonalności</i> .....	22
<i>Realizacja projektu</i> .....	37
<i>Finale projektu</i> .....	51
<i>Francuskie wakacje</i> .....	52
<i>Baza Danych Naczelnego Dyrektora ZKMPW</i> .....	53
SMC-3 i poszukiwanie zastosowań.....	54
<i>Dyspozytorska kontrola produkcji</i> .....	55
<i>System analizy zagrożeń tąpnięciami</i> .....	55
<i>Cyfrowa centrala metanometryczna CMC-1</i> .....	56
<i>Inne zastosowania</i> .....	57
PRS-4 profesjonalny minikomputer do zastosowań przemysłowych.....	59
<i>Doświadczenia i wnioski</i> .....	59
<i>PRS-4 efekt lifting’u minikomputera SMC-3</i> .....	63
MSD-80 modułowy system dyspozytorski .....	68
Struktura modułowego systemu dyspozytorskiego MSD-80.....	68
<i>SAK system oceny zagrożeń tąpnięciami biernymi metodami sejsmookustyki</i> .....	71
<i>HADES – system kontroli procesu produkcyjnego kopalni</i> .....	72
<i>SYLOK system lokalizacji wstrząsów</i> .....	72
<i>CMC-1/2 cyfrowa centrala metanometryczna, dwukomputerowa</i> .....	74
<i>SWWP system wczesnego wykrywania pożarów</i> .....	75
<i>SAK-SG system wczesnego wykrywania wyrzutów gazu i skał</i> .....	75
Rozpowszechnienie modułowego systemu dyspozytorskiego MSD-80.....	76
<i>System dyspozytorski MSD-80 w Polsce</i> .....	76
<i>System dyspozytorski MSD-80 zagranicą</i> .....	77
Epilog .....	80

## Spis rysunków i fotografii

Fig.1 Schemat blokowy urządzenia sprzężenia z obiektem przemysłowym <i>UZO-4</i> .....	12
Fig.2 Minikomputer <i>HP2114B</i> z teledrukarką (teletype) <i>ASR-33</i> .....	16
Fig.3 Certyfikat uczestnictwa we warsztatach oprogramowania .....	17
Fig.4 Schemat blokowy urządzenia pilotującego .....	18
Fig.5 Okładka kieszonkowego podręcznika HP .....	24
Fig.6 Zawartość części 1-szej „Specifications and Basic Operations Manual” .....	24
Fig.7 Fazy cyklu maszynowego minikomputera <i>HP2114B</i> - fazy (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> ) .....	25
Fig.8 Schemat logiczny minikomputera <i>HP2114B</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> )	26
Fig.9 Format rozkazów minikomputera <i>HP2114B</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> )	27
Fig.10 Lista rozkazów minikomputera <i>HP2114B</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> )	29
Fig.11 Kody rozkazów minikomputera <i>HP2114B</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> )	30
Fig.12 Sposób kompletowania mikroinstrukcji minikomputera <i>HP2114B</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> ) .....	31
Fig.13 Implementacja rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> ) .....	32
Fig.14 Implementacja rozkazów operacji na rejestrach (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> ) .....	33
Fig.15 Implementacja rozkazów wejścia/wyjścia (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> )	34
Fig.16 Opis realizacji rozkazu <i>AND</i> iloczynu logicznego (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> ) .....	35
Fig.17 Opis realizacji rozkazów <i>LOAD</i> i <i>STORE</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> )	36
Fig.18 Pulpit sterowania minikomputera <i>HP2114B</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> ) .....	36
Fig.19 Opis przycisków sterujących pulpitu minikomputera <i>HP2114B</i> (wg „ <i>A Pocket Guide to HP Computers</i> ) .....	37
Fig.20 Schemat logiczny minikomputera .....	39
Fig.21 Implementacja rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków .....	40
Fig.22 Implementacja rozkazów operacji na rejestrach .....	41
Fig.23 Implementacja rozkazów wejścia wyjścia .....	42
Fig.24 Implementacja operacji wykonywanych z pulpitu sterowania .....	42
Fig. 25 Struktura układu sterowania arytmometru .....	43
Fig. 26 Realizacja rejestru <i>P</i> – licznika rozkazów .....	43
Fig. 27 Realizacja rejestru <i>M</i> – adresu pamięci operacyjnej .....	44
Fig. 28 Realizacja rejestru <i>T</i> – zawartości pamięci operacyjnej .....	44
Fig. 29 Realizacja rejestru <i>A</i> (podobnie rejestru <i>B</i> ) – akumulatora .....	45
Fig. 30 Realizacja magistrali <i>S</i> – przełącznica 1 .....	45
Fig. 31 Realizacja magistrali <i>R'</i> – przełącznica 2 .....	45
Fig. 32 Realizacja przesunięć i rotacji – przełącznica bitów .....	46
Fig. 33 Struktura standardowej karty interfejsu minikomputera .....	48
Fig. 34 Linia priorytetów <i>PRH-PRL</i> w minikomputerze .....	49
Fig.35 Rozszyfrowanie adresów i rozmieszczenie pakietów w kasecie <i>MKJ-28/SMC-3</i> i <i>PRS-4</i>	66
Fig. 36 Modułowy system dyspozytorski <i>MSD-80</i> .....	70
Fig. 37 System dyspozytorski <i>MSD-80</i> w polskich kopalniach (lata 1980-1995) .....	77
Fig. 38 Informacja o wyposażeniu kopalni <i>STASZIC</i> (z lipca 2005 rok) .....	81

## Prolog

W grudniu 2001 roku, w gmachu Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach, odbyła się uroczystość odnowienia doktoratu profesora Stefana Węgrzyna<sup>2</sup>. Następnego dnia, 18 grudnia, w dodatku katowickim Gazety Wyborczej, przeczytałem następującą informację o tym wydarzeniu:

### **INFORMATYCY Z SERCA**

- *To był taki spokojny dzień* – wspominał prof. Stefan Węgrzyn, któremu wczoraj po 50 latach, uroczystie odnowiono doktorat Politechniki Śląskiej. W uroczystości wzięli udział studenci i pracownicy gliwickiej uczelni. Prof. Węgrzyn od ponad pół wieku związany jest z Politechniką Śląską. Stworzył tu Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki. Jeszcze w czasie studiów zaczął pracować jako asystent prof. Wacława Günthera<sup>3</sup>, który przyjechał do Gliwic z Politechniki Warszawskiej.

- *To były lata powojenne. Mieliśmy wielki zapał i serce do pracy* - wspomina prof. Węgrzyn. Studia ukończył w 1949 roku na Wydziale Elektrycznym. Dwa lata później obronił doktorat nt. „Niekóre zagadnienia stanów nieustalonych we wzmacniaczach wielostopniowych”.

- *Teraz dużo mówi się o restrukturyzacji województwa śląskiego, ale mało kto wie, że ta restrukturyzacja rozpoczęła się właśnie na Politechnice Śląskiej, gdzie powstawały pierwsze komputery i wydziały kształcące informatyków* – przypomina prof. Węgrzyn.

### **Z ANEGDOT profesora:**

- *MKJ 25 były jednymi z pierwszych komputerów, na których pracowaliśmy. Przypominały niewielką szafę. W tamtych czasach nie nazywano ich komputerami, ale urządzeniami wspomagającymi dla przemysłu górniczego. Sporo tych maszyn eksportowaliśmy do Chin, gdzie były masowo wykorzystywane przez tamtejszy przemysł wydobywczy. [...]*

Znałem te czasy i problemy, uczestniczyłem w opisywanych wydarzeniach, i coś w tych kilku zdaniach profesorskiej anegdoty zabrzmiało mi fałszywie. Przeczytałem jeszcze raz. Tak, tylko dwa początkowe zdania anegdoty dotyczyły minikomputera MKJ-25. Pozostałe odnosiły się do minikomputera PRS-4. Fala wspomnień przeniosła mnie do pierwszej połowy lat 70. XX stulecia, do początków mojej kariery zawodowej. Domyślając się, że to redaktor wypaczył sens wypowiedzi Profesora napisałem następnego dnia następujące sprostowanie:

*W Zakładach Konstrukcyjno – Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego<sup>4</sup>, w których*

---

<sup>2</sup> Stefan Węgrzyn (ur. 1925 r. w Krakowie) – fizyk, automatyk, informatyk, specjalista teorii regulacji, informatyki kwantowej. Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1949), dr nauk technicznych (1951), dr nauk fizycznych (1960), prof. nadzwyczajny (1961), prof. zwyczajny (1968), członek korespondent PAN (1964), członek rzeczywisty PAN (1973). Od 1949 pracownik Politechniki Śląskiej w Gliwicach, kierował Katedrą Kompleksowych Systemów Sterowania oraz Instytutem Informatyki na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki tej uczelni. W latach 1953-1969 zastępca dyrektora ds. naukowych Instytutu Automatyki PAN w Warszawie. Do roku 2003 był także dyrektorem Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach. Laureat Nagrody Państwowej (1966 i 1976). Autor prac z dziedziny dynamiki układów elektrycznych, teorii układów automatycznego sterowania, automatyki kompleksowej i teorii stabilności, informatyki.

<sup>3</sup> Wacław Günther (ur. 1884 r. w Siedlcach – zm. 1953 r.) –mechanik, elektryk. Absolwent Wydziału Budowy Maszyn Szkoły Politechnicznej we Lwowie (inżynier mechanik). Studia kontynuował w Liège w Belgii, gdzie otrzymał w 1912 r. dyplom inżyniera elektryka. Od 1911 r. pracował w Szkole Politechnicznej we Lwowie jako asystent, a od 1913 r. jako adiunkt. Począwszy od 1917 r. prowadził wykłady z teorii maszyn elektrycznych na Politechnice Warszawskiej. W 1918 r. przeszedł do pracy w Instytucie Wojskowo-Technicznym, jednocześnie był adiunktem Katedry Miernictwa Elektrycznego Politechniki Warszawskiej. Od 1929 r. pracował w przemyśle. W 1940 r. podjął pracę w Politechnice Warszawskiej uruchomionej jako Staatliche Technische Fachkurse. W 1945 r. przeniósł się do Gliwic na stanowisko profesora kontraktowego Politechniki Śląskiej. W 1946 r. wyjechał do Wrocławia, gdzie został profesorem zwyczajnym w Katedrze Elektrotechniki Ogólnej.

<sup>4</sup> Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego wywodzą się z utworzonego w 1945 roku Centralnego Biura Projektowego w Świętochłowicach. Rozwój górnictwa spowodował, że Centralne Biuro Projektowe zostało przekształcone w Biuro Konstrukcji Maszyn Górniczych, które następnie przyjęło nazwę Centralnego Biura Konstrukcji Maszyn Górniczych z siedzibą w Gliwicach. Kolejnym krokiem było utworzenie w 1957 roku Instytutu Doświadczalno-Konstrukcyjnego Przemysłu Węglowego, który w 1958 roku przyjął nazwę Zakładów Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego. Równoległe z działalnością konstrukcyjną realizowano prace naukowo-badawcze w zakresie

rozpocząłem pracę w sierpniu 1970 roku, powstały dwa minikomputery:

- MKJ-25 w 1970 roku,
- oraz MKJ-28 w 1973 roku (produkowany od 1975 roku jako SMC-3, a po modernizacji w 1978 roku nazwany PRS-4).

Minikomputer MKJ-25 miał archaiczną strukturą sprzętową z szeregowym arytmometrem i praktycznie nie miał oprogramowania. Był pierwszym minikomputerem zastosowanym w górnictwie (kilka egzemplarzy), ale nie był przedmiotem eksportu i nie nazywał się urządzeniem wspomagającym dla przemysłu górniczego.

Minikomputer MKJ-28 charakteryzował się nowoczesną strukturą sprzętową z równoległym arytmometrem, miał bogate oprogramowanie z interpreterem Basic'a oraz kompilatorami języków wysokiego poziomu takich jak Algol, Fortran II i Fortran IV. Przeszło 90 egzemplarzy PRS-4 zastosowano w górnictwie polskim, a 26 wyeksportowano w połowie lat 80. do Chin.

Największym osiągnięciem kierowanego przeze mnie zespołu i moim osobistym była sprzedaż do Chin licencji na wytwarzanie systemów monitorowania stanu bezpieczeństwa kopalni, bazujących na PRS-4. Był to wtedy jedyny w Polsce przypadek sprzedaży licencji na system komputerowy.

Redaktor katowickiego oddziału Gazety Wyborczej, ukrywający się pod skrótem TG, odmówił zamieszczenia sprostowania, pokrętnie się przy tym tłumacząc, a ja o sprawie zapomniałem.

Po prawie 3 latach, szukając jakiejś informacji w Internecie, natknąłem się na tekst Ignacego Rutkiewicza pt. „Na ziemi i pod ziemią”<sup>5</sup> opisujący początki polskiej informatyki, zawierający między innymi następujący fragment:

[.....] w roku 1975 zaprezentowano minikomputer MKJ-28, później nazwany SMC-3, którego głównymi autorami byli prof. Andrzej Grzywak<sup>6</sup> i wspomniany dr Jerzy Pilch-Kowalczyk<sup>7</sup>. Zakład Elektroniki Górniczej w Tychach wyprodukował kilkanaście jednostek, po czym zespół dr. inż. Krystiana Żymełki zaprojektował przemysłowy minikomputer [...]. Ten minikomputer został jednak nazwany... programowanym rejestratorem PRS-4, bowiem - szczegół o posmaku anegdotycznym - termin "komputer" był w owym czasie oficjalnie zarezerwowany dla produktów wrocławskiego Elwro i warszawskiej Mery. Co zresztą nie przeszkodziło, by z zakładu w Tychach wyszło ponad 150 egzemplarzy tego urządzenia.

I znów coś zabrzmiało fałszywie, prof. Andrzej Grzywak oraz dr Jerzy Pilch-Kowalczyk nie byli autorami minikomputera MKJ-28, chociaż przyczynili się do jego postania.

---

mechanizacji, elektryfikacji i automatyzacji górnictwa. Rozwój ZKMPW obejmował utworzenie Zakładu Elektroniki Górniczej w Tychach, Zakładu Telemechaniki Górniczej ELEKTROMETAL w Cieszynie oraz Zakładu Cybernetycznych Kompleksów Górniczych w Biskupicach. Przejęto kopalnię doświadczalną M-300 oraz kopalnię zautomatyzowaną JAN. Obok Kopalni Doświadczalnej M-300 utworzono Zakład Budowy Maszyn Doświadczalnych. W maju 1975 roku zostały podzielone na Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Automatyzacji Górnictwa w Katowicach i Centralny Ośrodek Projektowo-Konstrukcyjny Maszyn Górniczych KOMAG w Gliwicach.

<sup>5</sup> NetWorld nr 7-8/2004 lipiec 2004 rok, <http://www.idg.pl/artykuly/42329.html>

<sup>6</sup> Andrzej Grzywak (ur. w 1932 r.) – automatyk, informatyk, specjalista w zakresie systemów mini- i mikrokomputerowych, sieci komputerowych oraz rozproszonych systemów zarządzania i sterowania. Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1954), dr nauk technicznych (1960), dr habilitowany informatyki (1971), profesor nadzwyczajny (1975) i zwyczajny (1990). W latach 1954-1976 pracował w Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego gdzie zajmował się bezstykowymi układami automatyzacji przekaźników taśmowych, metodami i środkami dla automatyzacji ścian wydobywczych w kopalniach węgla (Nagroda Państwowa), metodami badania obwodów iskrobezpiecznych oraz zautomatyzowaniem przy pomocy maszyny cyfrowej pracującej w czasie rzeczywistym procesu wydobywczego kopalni. W latach 1976-1983 pracował w Instytucie Systemów Sterowania gdzie zajmował się konstrukcją modularnego systemu mikrokomputerowego MERA-60. Od 1983 pracownik naukowy Politechniki Śląskiej, a od 2002 prorektor, następnie rektor Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej.

<sup>7</sup> Jerzy Pilch-Kowalczyk (ur. w 1935 w Rybniku) – automatyk, informatyk. Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1957), dr nauk technicznych (1976). W latach 1957-1968 pracował w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach gdzie zajmował się urządzeniami dyspozytorskimi dla kopalni. W latach 1968-1976 pracował w Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego gdzie zajmował się zastosowaniem maszyn cyfrowych w systemach dyspozytorskiej kontroli produkcji i stanu bezpieczeństwa. W latach 1977-1981 dyrektor w MERA Elzab w Zabrze gdzie zajmował się rozwojem i zastosowaniami monitorów ekranowych MERA 79xx. Od 1981 w USA.

Opisane wyżej dwa zdarzenia skłoniły mnie do opisanego jak naprawdę powstał minikomputer *PRS-4* oraz do przypomnienia znikających w gęstniejącym mroku pamięci przyjaciół, którzy wraz ze mną w procesie tym uczestniczyli. W tym celu muszę się cofnąć do czasów studenckich, kiedy zafascynowały mnie komputery.

## Studia – początek drogi

W październiku 1964 roku rozpocząłem studia na Wydziale Automatyki<sup>8</sup> Politechniki Śląskiej w Gliwicach, podczas których kilkakrotnie zetknąłem się z komputerami, nazywanymi wtedy maszynami matematycznymi lub elektronicznymi maszynami cyfrowymi.

Moje pierwsze spotkanie z elektroniczną maszyną cyfrową miało miejsce na początku 1966 roku, podczas wycieczki naukowej do Centrum Obliczeniowego Polskiej Akademii Nauk, mieszczącego się na drugim piętrze warszawskiego Pałacu Kultury i Nauki. Była to radziecka maszyna *URAL-2 (VPAJI-2)* zbudowana z kilku czy kilkunastu tysięcy lamp elektronowych oraz proporcjonalnie większej liczby elementów biernych. Wszystkie układy znajdowały się w kilkudziesięciu dużych szafach, zajmujących znaczną część piętra. Przed instalacją konieczne było wzmocnienie stropów by wytrzymały ogromny ciężar maszyny, a podczas eksploatacji średnio, co dwie godziny, wymieniano uszkodzoną lampę elektronową. Problem sprawiało też chłodzenie, ponieważ w czasie pracy maszyna wydzielala ogromne ilości ciepła. Pamiętam do dzisiaj wskaźnik działania wentylacji, w postaci powiewającego kawałka taśmy perforowanej, zawieszono przy wlocie chłodzącej strugi powietrza.

Na 4. roku słuchałem wykładu na temat maszyn analogowych poświęconego, jak byśmy dzisiaj powiedzieli, komputerom analogowym<sup>9</sup>. W laboratorium wykorzystywaliśmy maszyny analogowe typu *UMA*, od 1963 roku produkowane przez Wojskową Akademię Techniczną. Był to inny, popularny wtedy sposób automatyzacji obliczeń, w którym przetwarzano sygnały ciągłe (analogowe).

Jak wszyscy studenci kończący czwarty rok, musiałem wybrać specjalizację. Zdecydowałem się na kompleksowe systemy sterowania, pod którą to nazwą kryło się wykorzystanie maszyn cyfrowych w układach automatyki i sterowania. Na specjalizacji powtórnie zetknąłem się z maszynami cyfrowymi podczas wykładu na temat ich budowy i programowania, a podczas ćwiczeń laboratoryjnych z tego przedmiotu zobaczyłem maszynę cyfrową *ODRA-1013*, wykonaną w technologii tranzystorowej, nieporównywalnie mniejszą od radzieckiej *URAL-2 (VPAJI-2)*. W tym czasie, według opinii *ELWRO*, była to jedna z najlepszych maszyn cyfrowych w *RWPG*<sup>10</sup>. *ODRA-1013* miała pamięć operacyjną

---

<sup>8</sup> Wydział Automatyki Politechniki Śląskiej powstał w grudniu 1963 roku z inicjatywy grupy pracowników Wydziału Elektrycznego złożonej z profesorów Stefana Węgrzyna i Tadeusza Zagajewskiego, docentów Adama Macury, Edmunda Romera, Jerzego Siwińskiego i Zdzisława Trybalskiego. Samodzielną działalność Wydział Automatyki rozpoczął 15 lutego 1964 roku. W 1971 roku do nazwy Wydziału dodano „i Informatyki”, a w roku akademickim 1984/85 ukształtowała się obecna nazwa Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, w naturalny sposób nadążając za rozwojem nauki.

<sup>9</sup> Maszyny analogowe stosowano do rozwiązywania równań różniczkowych, symulacji procesów oraz jako przeliczniki w artylerii przeciwlotniczej. Na przełomie lat 1960/1970 maszyny analogowe były szybsze i tańsze do swych cyfrowych odpowiedników oraz łatwiejsze w programowaniu. Programowanie sprowadzało się do odpowiedniego połączenia wzmacniaczy operacyjnych, wyborze sprzężeń zwrotnych i nastawy wzmocnienia za pomocą potencjometrów. Rozwój technik programowania związany z pojawieniem się języków wysokiego poziomu, wzrost szybkości działania oraz spadek cen maszyn cyfrowych spowodował zanik zainteresowania maszynami analogowymi w latach 1970 tych. Jednak w 2005 roku, na konferencji IEEE ISSCC, zaprezentowano układ VLSI realizujący obliczenia analogowe. Wykonano próby polegające na rozwiązywaniu równań różniczkowych zwyczajnych, równań różniczkowych cząstkowych oraz stochastycznych równań różniczkowych. Układ zajmuje 1cm<sup>2</sup> i pobiera 300mW mocy. Rozwiązując postawione zadania zużył jedynie od 0.02%-1% energii potrzebnej na rozwiązanie takiego samego zadania przez procesor ogólnego przeznaczenia (Pentium, Power PC, Sparc ...) i odpowiednio od 2% do 20% energii zużytej przez procesor sygnałowy. Może oznacza to powrót maszyn analogowych.

<sup>10</sup> *RWPG Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej*, była socjalistyczną namiastką Unii Europejskiej.

ferrytową o pojemności 256 słów 39-bitowych oraz pamięć zewnętrzną bębnową o pojemności 8192 słów 39-bitowych. Mimo dwukrotnego zwiększenia szybkości, w stosunku do poprzednich modeli, wykonanie skomplikowanych obliczeń trwało wiele godzin. My studenci mogliśmy tylko popatrzeć na maszynę cyfrową *ODRA-1013* i, w co trudno dziś uwierzyć, niczego nie mogliśmy nawet dotknąć.

Na piątym roku słuchałem wykładów profesora Stefana Węgrzyna z podstaw techniki cyfrowej i teorii kompleksowych systemów sterowania, doktora Tadeusza Szwedy z telemetrii, profesora Jerzego Siwińskiego<sup>11</sup> z teorii automatu i przemysłowych systemów sterowania, które razem ukierunkowały moje plany zawodowe.

## Dyplom

W literaturze pojawiło się pojęcie maszyny hybrydowej, będącej połączeniem maszyny analogowej z cyfrową. Dzięki takiemu połączeniu starano się wyeliminować wady i wykorzystać zalety każdej z maszyn. Zaletą maszyny analogowej była łatwość programowania, zaletą maszyny cyfrowej precyzja obliczeń. Programowanie maszyn analogowych polegało na odpowiednim połączeniu ze sobą wzmacniaczy operacyjnych oraz nastawieniu potencjometrów zmieniających ich charakterystyki. Nastawa potencjometrów, występujących często w wielkiej liczbie, była czynnością pracochłonną i żmudną, prawdziwym utrapieniem programistów. Pojawił się pomysł, aby maszyna cyfrowa wyliczała wartości nastaw potencjometrów maszyny analogowej i przez specjalizowany układ nastawiała je automatycznie, a maszyna analogowa wykonywałaby następnie obliczenia w sposób analogowy.

Nierozwiązany pozostawał problem specjalizowanego układu do automatycznego nastawiania potencjometrów, który stał się przedmiotem mojej pracy dyplomowej<sup>12</sup>. Zaprojektowałem układ automatycznej nastawy potencjometrów oraz wykonałem jego istotny i działający fragment, wykorzystując elementy scalone *TTL* podstawowej skali integracji. Profesor Węgrzyn ocenił moją pracę na bardzo dobrze i 20 marca 1970 roku, po złożeniu egzaminu dyplomowego, uzyskałem dyplom magistra inżyniera elektryka - automatyka.

Poszukując elementów scalonych, niezbędnych do wykonania mojej pracy dyplomowej, dotarłem do Zakładów Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego w Gliwicach, w których projektowano wtedy minikomputer *MKJ-25*<sup>13</sup>. Tak mnie to zainteresowało, że postanowiłem zatrudnić się w *ZKMPW*.

## Zdobywanie doświadczeń

Pierwszego sierpnia 1970 roku rozpocząłem pracę w Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego w Katowicach. Absolwent uczelni rozpoczynał tam wtedy pracę rocznym stażem kończącym się bardzo poważnie traktowanym egzaminem.

---

<sup>11</sup> Jerzy Siwiński (ur. 1908 – zm. 1990) teletechnik i automatyk. Podczas okupacji, z polecenia Armii Krajowej przygotowywał grupy pocztowców, by mogli po wyzwoleniu uruchomić łączność w Poznańskiem. Z Politechniką Śląską był związany od 1948 roku, gdy jako dyrektor Okręgu Poczty i Telegrafów w Katowicach prowadził zleczone wykłady na Wydziale Górniczym. Zastępca profesora na Wydziale Elektrycznym (1951), profesor na Wydziale Automatyki (1964). Prekursor układów przełączających, ich zastosowań w automatyce i metod syntezy. Dzięki doświadczeniu zdobytemu w przemyśle, stworzył od podstaw Katedrę Automatykacji Procesów Przemysłowych. Doskonały specjalista w zakresie telekomunikacji, który potrafił łączyć swoje uzdolnienia do prac konstrukcyjnych i projektowych z uzdolnieniami teoretycznymi – skrypty oraz książki Profesora wytyczały kierunki rozwoju Wydziału.

<sup>12</sup> Praca dyplomowa – magisterska na temat „Automatyczna nastawa potencjometrów maszyny analogowej”, wykonana przez Krystiana Żymelkę, pod kierunkiem prof. dr inż. Stefana Węgrzyna i dr inż. Olgierda Palusińskiego.

<sup>13</sup> *MKJ-25* uniwersalny minikomputer z szeregowym arytmetrem, 6 rejestrami, słowem 16-bitowym i łączną liczbą 34 rozkazów. Posiadał 8 kB pamięć operacyjną wewnętrzną, którą można było rozbudować do 64 kB. Czas wykonania podstawowych operacji logicznych wynosił ~50 μs, a operacji arytmetycznych ~1,25 ms. Wyposażony był w czytnik i perforator taśmy 8-kanalowej oraz elektryczną maszynę do pisania. Współpraca z obiektem odbywała się za pośrednictwem pamięci buforowej.

Taki egzamin można było nawet oblać, co nie należało do rzadkości. Działalność merytoryczna ZKMPW prowadzona była w dwóch pionach nazwanych konstrukcyjnym i naukowo-badawczym, ale w każdym realizowano zarówno prace naukowo-badawcze jak i konstrukcyjne.

W pionie konstrukcyjnym był Zespół Zakładów Automatykacji Górniczej, obejmujący dwa zakłady: Zakład Automatykacji Dołowej oraz Zakład Automatykacji Powierzchniowej. Zespołem Zakładów kierował dr inż. Andrzej Grzywak, a Zakładem Automatykacji Powierzchniowej, do którego trafiłem, mgr inż. Jerzy Pilch-Kowalczyk. Takim obrotem sprawy byłem ogromnie rozczarowany, chciałem trafić do Zakładu Maszyn Matematycznych, w którym projektowano minikomputer MKJ-25, ale nie miałem jak się wtedy mówiło odpowiedniego „dojścia”. Rychło miało się jednak okazać, że był to dla mnie bardzo szczęśliwy zbieg okoliczności.

## **System S**

W Zakładzie Automatykacji Powierzchniowej pracowano nad pamięcią buforową i układem transmisji TFF, które wraz z minikomputerem MKJ-25 i stacjami lokalnymi tworzyły system kompleksowej automatyzacji S, przeznaczony do nadzoru i sterowania procesu technologicznego kopalni głębinowej węgla kamiennego. Cechą charakterystyczną systemu S była hierarchiczna, dwu poziomowa struktura sterowania. Na poziomie niższym poszczególnymi ogniwami procesu technologicznego miały sterować układy automatyki lokalnej (stacje lokalne z czujnikami i elementami wykonawczymi), a na poziomie wyższym całym procesem technologicznym kopalni sterować miał minikomputer. Do sterowania nadrzędnego niezbędne były informacje o stanie procesu technologicznego, których dostarczały czujniki zainstalowane w kopalni.

### Pamięć buforowa

Ponieważ MKJ-25 pracował wolno, a czas reakcji na zmiany stanu procesu był krytyczny starano się ograniczyć ilość informacji przez zastosowanie pomiędzy obiektem a minikomputerem pamięci buforowej<sup>14</sup>. Pamięć buforowa przechowywała dane opisujące stan obiektu, dokonywała selekcji strukturalnej i czasowej, bilansowała wydobycie oraz zliczała czas pracy maszyn i urządzeń.

W procesie selekcji strukturalnej eliminowano informacje nieistotne dla sterowania procesu technologicznego, na przykład informacje o zatrzymaniu kolejnych urządzeń ciągu technologicznego, spowodowane wcześniejszym zatrzymaniem innego urządzenia tego ciągu. W procesie selekcji czasowej eliminowano informacje o krótkotrwałych postojach technologicznych, również nieistotne.

W ten sposób pamięć buforowa przygotowywała dla komputera rodzaj fotografii stanu obiektu. Wyposażenie pamięci buforowej w urządzenia peryferyjne (elektryczna maszyna do pisania i perforator) umożliwiało pracę autonomiczną, w układzie centralnej rejestracji danych. Wykrywano wtedy istotne zmiany stanu procesu technologicznego, które były zapamiętywane, wyświetlane na pulpicie dyspozytora i na statycznej tablicy synoptycznej oraz drukowane w postaci raportów.

### Transmisja TFF

Połączenie informacyjne pamięci buforowej z lokalnymi układami sterowania zapewniał układ transmisji TFF<sup>15</sup> z częstotliwościowym rozdziałem kanałów, pozwalający przekazywać 24 sygnały dwustanowe jedną parą przewodów na odległość do 10 km.

---

<sup>14</sup> Grzywak A., Osuch A. „Problemy kompleksowej automatyzacji procesów produkcyjnych kopalni” *Przegląd Górniczy* nr 7-8 1971 strony 317-325

<sup>15</sup> tamże



## **Zakład Automatykacji Powierzchniowej**

Prace dotyczące pamięci buforowej i transmisji sygnałów, obejmowały pełny cykl od koncepcji, przez projekt i wykonanie, aż po uruchomienie i wdrożenie w zautomatyzowanej, doświadczalnej kopalni *JAN*. W sierpniu 1970 roku prace weszły w fazę końcową, chociaż pozostały jeszcze do wykonania układy wyświetlania informacji na pulpicie dyspozytora oraz ujawniania danych, które zarejestrowano podczas pracy bez minikomputera.

Pracami kierował formalnie i merytorycznie Jerzy Pilch-Kowalczyk, współautor koncepcji systemu *S*. Pamięcią buforową zajmował się zespół mgr inż. Jarosława Daniłowa, natomiast transmisją *TFF*, zespół inż. Henryka Staligi. Obaj byli trochę starsi niż ja, ale znacznie młodszy od kierownika zakładu, wtedy 35-latek.

Zostałem przydzielony do zespołu Jarosława Daniłowa, w którym pracowali już od prawie półtora roku magistrowie inżynierowie Anna Dec i Tadeusz Kwiatek, absolwenci tego samego, co ja wydziału, ale z poprzedniego rocznika. Skład zespołu uzupełniali technicy Urszula Klepek, Henryk Ciopiński, Eryk Loska. Urszula i Henryk w moim wieku, a Eryk najstarszy, ale i najbardziej zawodowo doświadczony.

W zespole Henryka Staligi pracował mgr inż. Andrzej Rej, absolwent uczelni moskiewskiej, mój rówieśnik oraz mgr inż. Waldemar Polak nieco starszy, też absolwent uczelni radzieckiej. Skład zespołu uzupełniali technicy Witold Klimonda, Ryszard Kowalski oraz trzeci, którego nazwiska niestety już nie pamiętam.

### Układ wyświetlania – mój pierwszy projekt

Moim pierwszym zadaniem było zaprojektowanie układu umożliwiającego wyświetlanie na pulpicie dyspozytora informacji licznikowych. Do tego celu stosowano wtedy powszechnie lampy *NIXI*. Ponieważ informacja przesyłana była równolegle, jako 4 cyfry w kodzie *BCD*, uznałem zadanie za trywialnie proste. Dysponując elementami scalonymi *SN7441*, przeznaczonymi do bezpośredniego sterowania lamp *NIXI*, nie spodziewałem się żadnych problemów. Zaprojektowałem schemat ideowy układu, a jeden z techników, metodą krosowania uniwersalnego pakietu, fizycznie go wykonał. Jednak podczas uruchamiania tak prostego układu przeżyłem szok, kiedy jeden po drugim uszkadzały się elementy scalone *SN7441*. Wielokrotnie sprawdzałem układ połączeń, dane katalogowe porównywałem ze zmierzonymi wartościami sygnałów, wertowałem literaturę, stosowałem wszelkie zabezpieczenia, wszystko na nic.

Zapasy elementów scalonych *SN7441* w magazynku zakładu topniały gwałtownie, a ja nie potrafiłem poradzić sobie z tak prostym układem. Aż do pewnego późnego, jesiennego popołudnia, kiedy siedziałem bezradny przy stole laboratoryjnym, na którym leżała przyczyna mojej klęski, nieszczęsny układ wyświetlania, podłączony do zasilacza i dwukanałowego oscyloskopu. Na pierwszym kanale napięcie +5 VDC zasilające układ, na drugim sygnał wyjściowy elementu *SN7441*. Wyłączyłem zasilacz. Wolno przesuwająca się plamka kanału pierwszego zanim opadła do zera uciekła w górę, poza ekran. Załączyłem i ponownie wyłączyłem zasilacz. Zjawisko powtórzyło się. Zmieniłem wzmacnienie pierwszego kanału. Powtórzyłem próbę. To samo. Plamka uciekała w górę poza ekran. Ponownie zmieniłem wzmacnienie i powtórzyłem próbę. Bez zmian. Po kilku następnych próbach określiłem amplitudę skoku na więcej niż 100VDC, tyle widziałem na ekranie oscyloskopu, ale ile było naprawdę? Pewnie znacznie więcej.

Przebieg występujący podczas wyłączania zasilacza było przyczyną moich problemów. Przypadek zdecydował, że to odkryłem. Przypadek, bo mogłem wyłączyć najpierw oscyloskop, mogłem nie zauważyć przebiegu, mogłem.... Producent zasilacza *ZEG* Tychy, na podstawie mojej informacji, usunął wadę konstrukcyjną, a ja uporałem się z problemem, uzyskując cenne, choć bolesne doświadczenie. Układ wyświetlania zamontowano w pulpicie dyspozytorskim i nigdy już nie było z nim kłopotu.

Opisane perypetie przypomniały mi zdarzenie z czasów wykonywania pracy dyplomowej. Po zaprojektowaniu układu automatycznej nastawy potencjometrów przedstawiłem schemat ideowy memu opiekunowi dr. inż. Olgierdowi Palusińskiemu. Obejrzał i bardzo pozytywnie wyraził się o mojej pracy. Pochwała opiekuna napełniła mnie dumą. Po kilku dniach poszedłem w innej sprawie do inżyniera Krzyckiego, pracującego w Zakładzie Systemów Automatyki Kompleksowej PAN w Gliwicach, mającego opinię doskonałego elektronika, o którym krążyło wiele opowieści o anegdotycznym charakterze. Po załatwieniu sprawy, z którą przyszedłem, pochwaliłem się swoim projektem i pokazałem mu schemat ideowy. Inżynier Krzycki popatrzył, pokiwał głową i powiedział:

- *Logicznie schemat jest bez zarzutu* – przerwał na chwilę, a balon mej pychy nadymał się - *ale układ według niego wykonany działać nie będzie* – powiedział spokojnie.
- *Przecież doktor Palusiński był nim zachwycony* – próbowałem się bronić.
- *Pan doktor jest znakomitym teoretykiem, ale o praktyce nie ma pojęcia* – odpowiedział Krzycki – *układ działać nie będzie* – zakończył.

Potem wskazał mi błędy, które popełniłem i poradził jak je wyeliminować. Mój błąd polegał na tym, że zaprojektowałem układ nie uwzględniając wpływu otoczenia, zakłóceń itp. Słowa Krzyckiego „*logicznie bez zarzutu, ale układ działał nie będzie*” zapamiętałem na zawsze. Zrozumiałem, że nawet najlepsza teoria nie poparta doświadczeniem i oderwana od rzeczywistości jest niewiele warta.

#### Interfejs Pamięć Buforowa – OPTIMA, mój drugi projekt

Pomimo opisanych problemów, kierownik zakładu nie stracił do mnie zaufania, nie wylał mnie z pracy, a przeciwnie otrzymałem zadanie zaprojektowania interfejsu łączącego pamięć buforową z zestawem OPTIMA, który zawierał elektryczną maszynę do pisania i perforator. Urządzenia peryferyjne były potrzebne podczas autonomicznej pracy pamięci buforowej np. wystąpienia awarii lub konserwacji minikomputera MKJ-25.

Otrzymane zadanie było znacznie trudniejsze, niż pierwsze. Myślałem o czekającej mnie pracy z niepokojem pamiętając o problemach, jakie miałem z trywialnie prostym układem wyświetlania. Mogłem jednak liczyć na wsparcie doświadczonych kolegów Anny i Tadeusza, a także na życzliwą pomoc kierownika zakładu.

Dzisiaj, z perspektywy kilkadziesiąt lat, uważam Jerzego Pilcha-Kowalczyka za najwybitniejszego, pod względem merytorycznym, mojego przełożonego ze wszystkich, których miałem. Pomysły miał zawsze znakomite, nie miał jednak cierpliwości by projekt doprowadzić do końca. Często kiedy tylko zobaczył działający model urządzenia tracił zainteresowanie nim i szukał nowych wyzwań. Sporo jego opracowań zostawało niedokończonych chyba, że znalazł się ktoś gotów poświęcić czas i energię na dopracowanie pomysłu Jerzego. Kiedy na początku lat 80. XX wieku wyjechał do Stanów Zjednoczonych zastanawiałem się jak sobie tam poradzi. Po kilku latach Jerzy będąc przejazdem w Polsce wygłosił, już w Centrum Naukowo-Produkcyjnym Elektrotechniki i Automatyki Górniczej EMAG<sup>16</sup>, wykład na temat metodyki i praktyki prowadzenia prac rozwojowych w USA. Po tym wykładzie wszystko stało się jasne. Tam po opracowaniu modelu komisyjnie przekazywano wyniki prac następnemu zespołowi, którego zadaniem było dopracowanie i przygotowanie prototypu, ten kolejnemu itd. Były to warunki wymarzone dla Jerzego Pilcha-Kowalczyka, który mógł generować genialne pomysły, by inni je dopracowywali.

---

<sup>16</sup> Centrum Naukowo-Produkcyjne Elektrotechniki i Automatyki Górniczej EMAG powstało w styczniu 1976 roku przez włączenie do Zakładów Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Automatyzacji Górnictwa pionów automatyki Głównego Instytutu Górnictwa oraz Głównego Biura Studiów i Projektów Przeróbki Węgla SEPARATOR. W ramach Centrum powstał Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Systemów Mechanizacji Elektroniki i Automatyki Górniczej SMEAG posiadający osobowość prawną.

W górnicze święto 4 grudnia 1970 roku uruchomiono i uroczystie oddano do eksploatacji system *S* w zautomatyzowanej, doświadczalnej kopalni *JAN*<sup>17</sup>. Uroczystość nie zakończyła naszych prac, przeciwnie wiele pozostało jeszcze do zrobienia. Moim zadaniem było podłączenie *OPTIMY* do pamięci buforowej.

Po wykonaniu tego projektu, w kwietniu 1971 roku, poddano ocenie moją dotychczasową działalność. Ocena wypadła widać zadawalająco, bo skrócono mój staż do 9-miesiący i po zdaniu egzaminu, w tym samym czasie zdawała też Urszula, zostałem w maju 1971 roku automatykiem w Zakładzie Automatykacji Powierzchniowej.

#### UZO-4 urządzenie sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym

Próbna eksploatacja systemu *S* przyniosła wiele bezcennych doświadczeń. Niezawodność systemu była raczej odległa od ideału, co wynikało z nie najlepszej jakości krajowych podzespołów, zawodziło też oprogramowanie, dla jego autorów będące z reguły wyprawą w nieznane. Uciążliwe było dostosowywanie struktury systemu do zmieniającego się schematu technologicznego, wykonywane przez zmiany w okablowaniu. Okazało się, że zamierzenia przekraczały ówczesne możliwości techniczne i technologiczne, a rezultaty nie były rewelacyjne, ale należy pamiętać, że było to pierwsze doświadczenie na taką skalę.

Potrzebny był nowoczesny minikomputer, posiadający bogate oprogramowanie, w tym kompilatory języków wysokiego poziomu oraz szybki kanał sprzężenia z obiektem, pozwalający łatwo dostosować konfigurację do wymagań obiektu, bez konieczności wprowadzania za każdym razem zmian w okablowaniu.

Minikomputer był poza kompetencjami Zakładu Automatykacji Powierzchniowej, dlatego Jerzy Pilch-Kowalczyk skoncentrował się na kanale sprzężenia z obiektem. W drugiej połowie 1971 roku przygotował koncepcję i strukturę oraz zasady działania urządzenia nazwanego później urządzeniem sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym *UZO-4*. Aby zapewnić możliwość współpracy z różnymi minikomputerami Jerzy zaproponował strukturę obejmującą zestaw standardowych kart interfejsu i blok komunikacji (Fig.1). Przez standardową kartę interfejsu rozumiał układ o budowie modułowej mający standardowe sygnały dostosowane do wewnętrznej magistrali oraz wejścia i wyjścia dostosowane do komunikacji z obiektem. Asortyment kart miał zapewnić obsługę sygnałów cyfrowych i analogowych przychodzących z obiektu, zewnętrznych klawiatur i pulpitu sterowania oraz sygnałów wypracowanych przez minikomputer i wysyłanych do obiektu. Asortyment kart byłby stały i niezmienny, niezależnie od typu użytego minikomputera. Natomiast blok komunikacji, przekształcający sygnały wewnętrznej magistrali urządzenia na system sygnałów minikomputera, zmieniłby się wraz z nim. Ponieważ zmiana dotyczyłaby tylko bloku komunikacji łatwo byłoby dostosować urządzenie sprzężenia do dowolnej maszyny cyfrowej.

Jako standard mechaniki przyjęto 19-calową kasetę systemu *CAMAC*, z 25. złączami krawędziowymi typu *Socapex*, z których każde posiadało 86 styków. Wybrano ten standard mechaniczny ze względu na jego dostępność, był produkowany przez Zjednoczenie *POLON*, oraz doświadczenie *ZEG* Tychy z okresu prac nad minikomputerem *MKJ-25*.

Jerzy Pilch-Kowalczyk interesował się osobiście szczególnie ważnymi projektami. W takich przypadkach angażował się w proces projektowania z pomijaniem kierownika zespołu. Tak było i tym razem. Kierownik zakładu zobowiązał Jarosława Daniłowa do prowadzenia badań systemu *S* w kopalni *JAN*, a do realizacji projektu *UZO-4* utworzył grupę złożoną z moich bardziej doświadczonych kolegów Anny Dec i Tadeusza Kwiatka oraz ku mojemu wielkiemu zaskoczeniu mnie. Najbardziej skomplikowany układ - blok

---

<sup>17</sup> „Zautomatyzowana Kopalnia Węgla Kamiennego *JAN*” praca zbiorowa pod kierunkiem mgr inż. Jana Mitreği, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1974

komunikacyjny zaprojektowała Anna, natomiast standardowe karty interfejsu projektowaliśmy w trójkę.

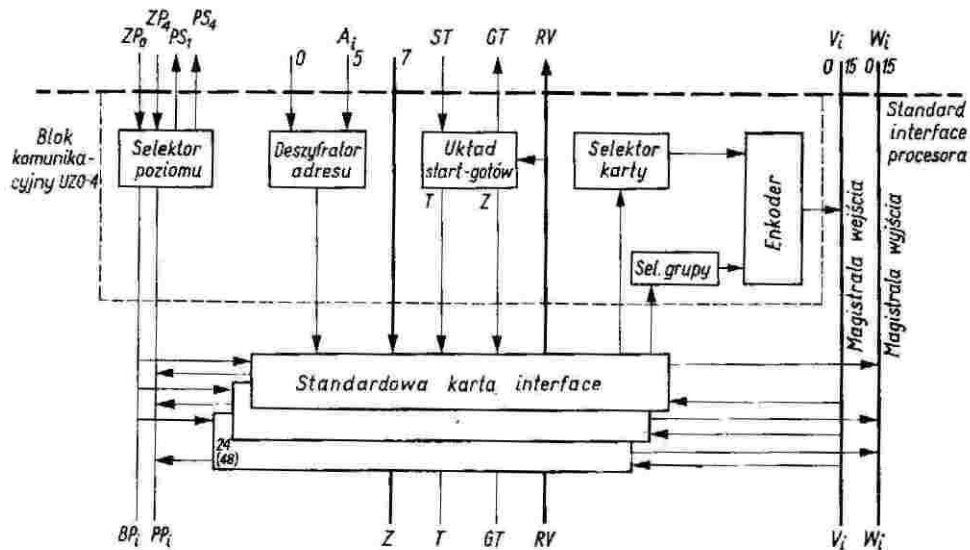


Fig.1 Schemat blokowy urządzenia sprzężenia z obiektem przemysłowym UZO-4

Legenda: Ai – adres, ST – start, GT – gotów, RV – zajętość, Z – zerowanie, T – strob wpis  
 PPi – zgłoszenie priorytetowe, BPi – blokada priorytetów, ZPi – obsługa zgłoszenia, PSi – przerwanie priorytetowe

Dla mnie praca w takim zespole była nie lada wyzwaniem, traktowałem ją również jako wyróżnienie i starałem się nie zawieść zaufania, którym mnie obdarzono. Kierownik zakładu często wpadał do nas, przeglądał schematy ideowe i co bardzo mnie zaskakiwało zawsze znajdował jakiś słaby punkt. Odbywało się to tak, że analizował szybko schemat, wskazywał jakiś fragment i pytał, a co to jest? I prawie zawsze miał rację, przynajmniej w moim przypadku. Gdy bowiem, po takim pytaniu, zaczynałem analizować wskazany fragment najczęściej znajdowałem błędne lub nienajlepsze rozwiązanie układowe, którego wcześniej nie dostrzegałem. Jerzy szczególnie wyczulony był na nadmiar elementów negacji. Uważał, że dobrze zaprojektowany schemat nie powinien zawierać elementów negacji. Zresztą w tamtym okresie nie dysponowaliśmy elementami *NOT* typu *SN7404* i do realizacji negacji używaliśmy elementów typu *NAND* zwierając z sobą ich wejścia. Jerzy uważał to za niedopuszczalne marnotrawstwo, a dla mnie była to doskonała szkoła projektowania.

Po zaprojektowaniu, każdy schemat ideowy był sprawdzany przez innego członka naszej grupy, a na koniec zatwierdzany przez kierownika zakładu. Dopiero wtedy wykonywano model wykorzystując płytę uniwersalną, następnie uruchamiano i sprawdzano jej działanie. Jeśli wszystko było w porządku autor przygotowywał opis, który również był sprawdzany i zatwierdzany. Jeśli testy wykazały nieprawidłowości autor usuwał błędy, modyfikowano kartę i ponownie ją testowano. Pozytywne rezultaty testów pozwalały przekazać dokumentację do *ZEG-u*, gdzie opracowywano projekt obwodu drukowanego oraz dostosowywano układ do stosowanej tam technologii. Był to niezwykle ważny etap prac, którego wtedy, my konstruktorzy, nie potrafiliśmy docenić.

Uruchamianie prototypowych kart oraz całego urządzenia odbywało się w Tychach, dokąd jeździliśmy korzystając ze środków komunikacji publicznej, głównie *PKP*. Samochód, przedmiot wtedy luksusowy, drogi i trudno dostępny, miał w tym okresie tylko kierownik zakładu. Był to *Peugeot-404* nazywany francuskim Mercedesem, który Jerzy przywiózł z odbywanego w Wielkiej Brytanii stażu. W *ZEG-u* spędziliśmy dużo czasu zanim w lipcu 1973 roku nie zakończyliśmy badań prototypu *UZO-4*. Sprawami urządzenia sprzężenia *UZO-4* kierowali w *ZEG* Tychy magistrowie inżynierowie Leonard Pełczyński i Maciej

Gadomski, natomiast sprawami transmisji *TFF* magistrowie inżynierowie: Bernard Wichary oraz Edward Kuczowic. Zwieńczeniem prac było uruchomienie systemu *S* z *UZO-4* w grudniu 1973 roku, w kopalni *SIERSZA*<sup>18</sup>.

### Pierwsze nagrody, patenty i wyróżnienia

*UZO-4* było na tyle nowatorskim rozwiązaniem, że przygotowaliśmy opis patentowy i w marcu 1973 roku zgłosiliśmy wynalazek, w składzie Jerzy Pilch-Kowalczyk, Anna Dec, Tadeusz Kwiatek i ja<sup>19</sup>.

Nie był to mój pierwszy patent. Trochę wcześniej, w styczniu 1973 roku zgłosiliśmy do urzędu patentowego, w składzie Jerzy Pilch-Kowalczyk, Zbigniew Turczyński i ja, układ sygnalizacji szybowej cyfrowo-akustycznej *SCA*<sup>20</sup>.

Układ sygnalizacji szybowej służył do przekazywania sygnałów porozumiewawczych i wykonawczych w szybach, pomiędzy sygnalistami na podszybiach poszczególnych poziomów wydobywczych, a sygnalistą głównym na nadszybiu, który powtarzał je oraz przekazywał jako sygnał wykonawczy do maszynisty, operatora maszyny wyciągowej. Ze względu na brak jakichkolwiek urządzeń do kontroli odebranych i nadawanych sygnałów oraz sprawdzania ich zgodności łatwo było o pomyłki, które nierzadko prowadziły do nieszczęśliwych wypadków.

Celem naszego wynalazku było zapewnienie automatycznego sprawdzania zgodności sygnałów nadanych z podszybia i nadszybia oraz niedopuszczenie do wysłania sygnału wykonawczego do maszynowni w przypadku wystąpienia niezgodności. Nasze rozwiązanie zgłosiliśmy do konkursu „Bezpieczeństwo i higiena pracy” organizowanego przez Ministerstwo Górnictwa i Energetyki. W listopadzie 1972 roku przyznano nam nagrodę zespołową III stopnia.

Przed przystąpieniem do prac projektowych pojechaliśmy na kopalnię *ŚLĄSK-MATYLDA*, gdzie miał zostać zainstalowany model układu sygnalizacji, by przyjrzeć się pracy sygnalistów i maszynisty. Po rozmowie z sygnalistami poszliśmy do maszynowni, gdzie między innymi miał być zainstalowany jeden z modułów naszego układu. Jakież było nasze zaskoczenie, kiedy ujrzelśmy błyszczącą i działającą, parową maszynę wyciągową, pochodzącą z drugiej połowy XIX wieku i maszynistę w podkoszulku oraz drewniakach. Poczuliśmy się przeniesieni sto lat wstecz. Maszyna sapała zupełnie jak w scenie znanej z filmu „Ziemia obiecana” Andrzeja Wajdy. W tym skansenie techniki ery pary mieliśmy zainstalować nowoczesne urządzenie zbudowane na elementach scalonych, co prawda podstawowej tylko skali integracji.

W tym samym 1972 roku, jako twórcy *UZO-4*, wzięliśmy udział w Turnieju Młodych Mistrzów Techniki. Turniej odbywał się w trzech etapach. Etap pierwszy rozgrywany był w zakładzie pracy. W *ZKMPW* byliśmy bezkonkurencyjni. W etapie drugim brali udział laureaci konkursów zakładowych z terenu poszczególnych województw, w naszym przypadku z województwa katowickiego. Na tym etapie zajęliśmy miejsce drugie. Laureaci trzech pierwszych miejsc szczebla wojewódzkiego kwalifikowali się do konkursu ogólnokrajowego. Ten etap wygraliśmy zdecydowanie i zostaliśmy Młodymi Mistrzami Techniki za 1972 rok. W ślad za tym sukcesem dyrektor naczelny *ZKMPW* profesor Aleksander Osuch, we wrześniu 1973 roku, wyróżnił nas Złotymi Odznakami Zasłużony Pracownik *ZKMPW*. Był to ewenement, ponieważ dotychczas przyznawano tę odznakę po

<sup>18</sup> Grzywak A., Osuch A. „Problemy automatyzacji kompleksowej w górnictwie”, *Mechanizacja I Automatyzacja Górnictwa* nr 12 (73) 1974 strony 27-34.

<sup>19</sup> Świadectwo autorskie, o dokonanie wynalazku pt. „Urządzenie do sprzęgania maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym” opatentowanego przez Urząd Patentowy za nr 89299, otrzymaliśmy 19 stycznia 1978 roku (patent tymczasowy), oraz 18 września 1980 roku (patent).

<sup>20</sup> Świadectwo autorskie, o dokonanie wynalazku pt. „Urządzenie sygnalizacji szybowej” opatentowanego przez Urząd Patentowy za nr 84626, otrzymaliśmy w 30 października 1976 roku.

wielu, wielu latach pracy. Nasza czwórka otrzymała ją nie za przepracowany czas, lecz za dokonania merytoryczne, przy czym Anna i Tadeusz po czterech, ja po trzech latach pracy. Odznakę tę cenię sobie najbardziej, mimo że później otrzymałem jeszcze inne o wyższej randze.

### Inne projekty

Nasz kierownik uważał, że bezczynność zawodowa może zdeprawować każdego i dlatego bardzo dbał, aby szczególnie młodym pracownikom Zakładu Automatyk Powierzchniowej nie brakowało pracy. Dlatego, niezależnie od naszych podstawowych prac, dotyczących systemu kompleksowej automatyzacji S, a więc początkowo pamięci buforowej i systemu TFF, a potem urządzenia sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym UZO-4 i modernizacji układu transmisji, zajmowaliśmy się także innymi projektami.

Prace te zlecane były przez Główny Instytut Górnictwa<sup>21</sup> i Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa<sup>22</sup> za sprawą kontaktów Jerzego Picha-Kowalczyka z profesorem Andrzejem Lisowskim. Profesor, wraz ze swymi współpracownikami, opracował podsystem I-EAD<sup>23</sup> przeznaczony do prowadzenia ewidencji i analiz informacji dyspozytorskich, głównie w zakresie identyfikacji przerw technologicznych i awarii występujących w kopalnianych ciągach technologicznych. Koncepcja przewidywała zastosowanie w dyspozytorni rejestratorów cyfrowych, które dostarczałyby informacji o pracy maszyn i urządzeń oraz przebiegu wydobywania, a także przygotowywałyby dane do dalszego przetwarzania w Centralnym Ośrodku Informatyki Górnictwa. Wyniki przetwarzania w postaci bilansu czasu pracy i czasu przerw przodków, statystyki awarii według przyczyn, charakterystyki pracy punktów załadowniczych i poziomów wydobywczych, dostarczane byłyby kierownictwu kopalni w celu analizy i usprawnienia organizacji pracy. System rozszerzał krąg odbiorców informacji dyspozytorskiej również poza kopalnię i służył do prowadzenia między kopalnianych porównań. Miał również umożliwić kontrolę wykorzystania ciągów technologicznych w kopalniach węgla kamiennego.

W ramach tego projektu w Zakładzie Automatyk Powierzchniowej opracowano serię rejestratorów cyfrowych oznaczanych SMC-IT i SMC-2 oraz klawiatury pozwalające wprowadzać informacje niemierzalne takie jak przyczyny awarii i przerw technologicznych. Prace prowadzili Anna i Tadeusz w zakresie rejestratorów, Jarosław Daniłow w zakresie klawiatur oraz kierownik zakładu w zakresie koncepcji, ogólnego nadzoru i optymalizacji schematów ideowych. Wszyscy ceniliśmy te prace, bo były dla wykonawców źródłem dodatkowych dochodów.

Sprawy związane z rejestratorem SMC-IT znam pobieżnie, ponieważ toczyły się przed moim przyjściem do zakładu, a kiedy już pracowałem aktualna była sprawa rejestratora SMC-2. W jego powstaniu miałem także pewien wkład. Standardem mechanicznym rejestratora był system CAMAC już wspomniany przy omawianiu urządzenia UZO-4. SMC-2 był rejestratorem o stałym programie działania, zrealizowanym sprzętowo. Rejestrator

---

<sup>21</sup> Główny Instytut Górnictwa w Katowicach jest jednostką badawczo-rozwojową utworzoną w 1945 roku. W skład Instytutu wchodzi, powstała 20 lat wcześniej Kopalnia Doświadczalna „Barbara” w Mikołowie. Działalność Instytutu dotyczy najistotniejszych problemów bezpieczeństwa pracy, rozwoju technologii i technik górniczych oraz ochrony środowiska przed skutkami działalności przemysłowej, w szczególności górniczej. Wyniki realizowanych prac współtworzyły podstawy nowoczesnego, bezpiecznego górnictwa polskiego, wiele znalazło zastosowanie w górnictwie światowym.

<sup>22</sup> Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa utworzony został w 1951 r. jako Centralne Biuro Rozliczeń Przemysłu Węglowego. Jego zadaniem było przede wszystkim usprawnienie prac ewidencyjno-rozliczeniowych i statystycznych w kopalniach węgla kamiennego i zakładach przemysłu węglowego. W 1969 r. zakupiono pierwszy w resorcie górnictwa i energetyki komputer brytyjskiej firmy ICL serii 1900 (ICL 1904 E). W roku 1972 nastąpiło przekształcenie CBR PW w Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa i Energetyki, który z kolei w 1976 r. został przekształcony w Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa. W czerwcu 1994 r. Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa - przedsiębiorstwo państwowe - został przekształcony w jednoosobową spółkę akcyjną Skarbu Państwa.

<sup>23</sup> Lisowski A., Oset J., Właszczyk Z. „Komputeryzacja kontroli wykorzystania i sprawności ciągów technologicznych w kopalniach węgla kamiennego” Przegląd Górniczy nr 7 - 8 1972

wykonany był w technice elementów scalonych podstawowej skali integracji. Rejestratory, dzięki prowadzonej selekcji czasowej i strukturalnej, dostarczały dyspozytorom tylko istotnych informacji o pracy maszyn i urządzeń oraz przebiegu wydobywania.

Oprócz podstawowych zastosowań, jako źródła informacji dla podsystemu *I-EAD*, rejestratory zostały w następnych latach wykorzystane w innych aplikacjach. Jednym z takich ciekawszych zastosowań rejestratora *SMC-2*, w którego realizacji uczestniczyłem, był pionierski w skali kraju projekt wyposażenia Śląskiej Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych w system kontroli dyspozytorskiej *SKD* ruchu kolejowego. Celem zastosowania systemu było zwiększenie przepustowości przeciążonej sieci kolejowej, największej w kraju dyrekcji okręgowej.

W ramach projektu opracowano i wykonano centralną dyspozytornię wyposażoną w tablicę synoptyczną (zwaną pociągoscopem centralnym), na której wyświetlano bieżącą sytuację ruchową wykorzystywaną przez dyspozytora do kierowania ruchem, zapobiegania konfliktom ruchowym i zwiększania przepustowości linii kolejowych. Tablica synoptyczna była urządzeniem peryferyjnym minikomputera *MKJ-25*, który za pośrednictwem urządzenia sprzężenia z obiektem *UZO-4* komunikował się ze stacjami, z których otrzymywał informacje o wszystkich istotnych zdarzeniach oraz do których wysyłał polecenia.

Poszczególne stacje wyposażone zostały w lokalne tablice synoptyczne (pociągoscopy stacyjne) do wyświetlania sytuacji ruchowej w obrębie stacji oraz tzw. elektronikę sprzężenia przeznaczoną do wykrywania istotnych zmian stanu sytuacji ruchowej, wyświetlania sytuacji ruchowej na pociągoscopie, wysyłania informacji o istotnych zmianach sytuacji ruchowej do centralnej dyspozytorni oraz odbierania stamtąd poleceń. Źródłami informacji były układy zabezpieczenia ruchu kolejowego (*zrk*) oraz klawiatury dyżurnych ruchu, służące do wprowadzania informacji o pociągu rozpoczynającym bieg bądź wjeżdżającym na teren Śląskiej *DOKP*. W charakterze elektroniki sprzężenia wykorzystaliśmy rejestrator *SMC-2*<sup>24</sup>. Do przekazywania informacji pomiędzy centralną dyspozytornią a stacjami wykorzystaliśmy urządzenia telegrafii wielokrotnej *Tgf-24*, produkowane przez poznańską *TELETRĘ*, charakteryzujące się wysoką niezawodnością. System okazał się tak przydatnym narzędziem pracy dyspozytora, że wykorzystywany jest do dnia dzisiejszego. Oczywiście nie *SKD*, ale jego unowocześnione wersje *SKD-2*, a ostatnio *SKD-3*.

### Minikomputer HP2114B

W pierwszej połowie 1971 roku Jerzy Pilch-Kowalczyk pojechał na targi przemysłowe do Wielkiej Brytanii. Wynikiem wyjazdu był zakup minikomputera *HP2114B* firmy Hewlett-Packard, którego użytkownikiem został Zakład Automatykacji Powierzchniowej. Jerzy Pilch-Kowalczyk utworzył, jak byśmy dziś powiedzieli zespół informatyków, który zajął się zagospodarowaniem nowego sprzętu. Zespół, na którego czele stanął, co oczywiste sam kierownik, tworzyli Urszula Klepek, Andrzej Rej i ja. Cieszyłem się bardzo, bo nareszcie miałem prawdziwy komputer dosłownie w zasięgu ręki.

*HP2114B* był minikomputerem o 16-bitowym słowie, z równoległym arytmometrem, wykonanym w technologii elementów scalonych *CTL* i *TTL*, wyposażonym w pamięć operacyjną rdzeniową, ferrytową o pojemności 8192 słów 16-bitowych, czasie cyklu 2μs i organizacji stronicowej (strona miała pojemność 1024 słowa). Wyposażony był w czytnik i perforator taśmy oraz teledrukarkę (teletype) *ASR-33*. Na rynku pojawił się w 1968 roku, był więc całkiem nowoczesnym minikomputerem. Oferował programiście dwa równoprawne 16-bitowe akumulatory **A** i **B**, trzy 16-bitowe rejestry sterowania pamięcią operacyjną (rejestry: adresu **M** i danych **T** oraz licznik operacji **P**), dwa 1-bitowe rejestry: rozszerzenia

---

<sup>24</sup> Dec A., Isakow Z., Suchy J., Żymelka K. „Zastosowanie rejestratora *SMC-2* w charakterze elektroniki sprzężenia w systemie kontroli dyspozytorskiej” *Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny* nr 4 kwiecień 1977 strony 117-120

(**E**xtend) i przepełnienia (**O**verflow), tryb adresowania bezpośredniego (**D**irect) i pośredniego (**I**ndirect) oraz 70 podstawowych rozkazów jednosłowych, zawierających:

- 14 rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków,
- 43 rozkazy operacji na rejestrach, rozkazy przesunięć i rotacji,
- 13 rozkazów operacji wejścia – wyjścia.

Ciekawą sprawą była możliwość mikroprogramowania. W grupie rozkazów operacji na rejestrach można było łączyć 2 do 8 rozkazów tworząc w ten sposób makroinstrukcję realizowaną podczas jednego cyklu procesora.

System wejścia-wyjścia zapewniał możliwość adresowania 56 urządzeń, przy czym wewnątrz obudowy minikomputera było miejsce na 7 kart interfejsu do podłączenia urządzeń peryferyjnych.

Niesamowite wrażenie, szczególnie w świetle oferty krajowych dostawców, robiło otrzymane z minikomputerem oprogramowanie, które obejmowało:

- języki programowania *Asembler*, *Fortran*, *Algol*,
- język konwersacyjny *Basic*,
- bogatą bibliotekę podprogramów,
- edytor,
- debugger,
- system operacyjny *BCS*,
- testy diagnostyczne sprzętu.



Fig.2 Minikomputer *HP2114B* z teledrukarką (teletype) *ASR-33*

Wszystko mieściło się w niewielkiej obudowie o wymiarach 305x425x619 milimetrów i wadze 48 kg, oczywiście bez urządzeń peryferyjnych. Przemysł krajowy oferował w tym samym czasie jedynie rodzinę maszyn cyfrowych *ODRA*, o nieporównywalnie większych gabarytach i wadze, z których tylko *ODRA 1304*<sup>25</sup> miała porównywalne oprogramowanie. Minikomputer *K202*<sup>26</sup> istniał w 1971 roku w jednym, prototypowym egzemplarzu. Minikomputera *MKJ-25* nawet nie wspominam ze względu na archaiczną, szeregową architekturę i skromne oprogramowanie.

Ale wróćmy do naszego nabytku. Pierwszą przeszkodą, jaka się pojawiła był problem korzystania z angielskiej dokumentacji. Z tej przyczyny z zespołu odszedł Andrzej Rej, bo jako absolwent uczelni moskiewskiej preferował język rosyjski, a nie angielski. Kierownik znał język angielski najlepiej z nas. Spędził prawie rok w Wielkiej Brytanii na stażu, jeszcze jako pracownik Głównego Instytutu Górnictwa. Moja znajomość angielskiego po lektoracie była wystarczająca by swobodnie korzystać z dokumentacji.

Sprawy nabrały tempa, gdy minikomputer *HP2116C* zakupiło także Biuro Projektów Metali Kolorowych *BIPROMET* w Katowicach, gdzie jednym z kierowników pracowni był przyjaciel naszego kierownika, mgr inż. Służalek. Postanowiono zorganizować warsztaty

<sup>25</sup> *ODRA 1304* miała system operacyjny, języki programowania *ALGOL*, *FORTTRAN* i *COBOL*, język konwersacyjny *JEAN*, języki symulacyjne *CSL* i *SIMON*. W latach 1970/73 wyprodukowano 90 szt. tej maszyny.

<sup>26</sup> *K-202* 16-bitowy minikomputer opracowany i skonstruowany przez inż. Jacka Karpińskiego w latach 1970/73. W 1973 roku wyprodukowano serię 30 szt.



programowania minikomputerów Hewlett-Packard dla większej grupy pracowników *BIPROMET* u, do której zostałem dołączony. W dniach 22 listopada – 3 grudnia 1971 roku otrzymałem sporą dawkę wiedzy i umiejętności z zakresu metod i technik oraz języków programowania. Udział w warsztatach potwierdzał stosowny certyfikat (Fig.3).



Fig.3 Certyfikat uczestnictwa we warsztatach oprogramowania

#### Urządzenie pilotujące systemów kompleksowej automatyzacji

Na początku 1972 roku podsumowano pierwszy rok eksploatacji systemu *S* w kopalni *JAN*. Poznano mankamenty zastosowanych tam rozwiązań i starano się wyciągnąć wnioski na przyszłość. Jednym z działań był, opisany wcześniej projekt urządzenia sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym *UZO-4*. Kierownik zdawał sobie sprawę z problemów czekających nas podczas wdrożenia systemu *S* z urządzeniem sprzężenia *UZO-4* w prawdziwej kopalni. Zautomatyzowana Doświadczalna Kopalnia *JAN*, wbrew szumnej nazwie nie była kopalnią. Był to wydzielony z kopalni *WIECZOREK* oddział, w którym prowadzono badania nowych maszyn i urządzeń związanych bezpośrednio z urabianiem, odstawą i wydobywaniem urobku. Eksploatowano tam jedną ścianę, rzadko dwie. Urobek ze ściany na podszybie odstawiany był taśmociągami, po drodze był zbiornik rewersyjny, a szyb wyposażony był w skip<sup>27</sup> o pojemności 5 ton. W kopalni *JAN* nie było transportu szynowego, punktów załadunku i rozładunku wagonów, kopalnia nie miała zakładu wzbogacania węgla. Z czasów mojej praktyki dyplomowej, którą odbywałem w kopalni *JAN*, w październiku 1969 roku pamiętam, że bardzo dobrym dniem był taki, w którym wydobyte wynosiło ~300 skipów, oznaczało to ~1500 ton na zmianę. Był to wynik mizerny, a i tak nie uzyskiwano go często.

Wiedzieliśmy już, że podstawą efektywnego wdrożenia systemu kompleksowej automatyzacji jest prawidłowy dobór modelu matematycznego kopalni oraz identyfikacja jego parametrów. Z tego powodu konieczne było poznanie zachowania się maszyn i urządzeń podczas normalnej eksploatacji i statystyczne opracowanie zebranych danych. Usiłowaliśmy wykorzystać do tego celu raporty przygotowywane przez dyspozytorów, ale nie zawsze były wystarczająco dokładne. Jerzy Pilch-Kowalczyk zdecydował się na projekt specjalnego rejestratora, nazwanego potem urządzeniem pilotującym systemów kompleksowej automatyzacji, który przeznaczony był do zbierania danych źródłowych o pracy maszyn

<sup>27</sup> Skip jest to naczynie wyciągowe poruszające się w szybie za pomocą lin nośnych i wyrównawczych przeznaczone do transportu urobku z poziomu wydobywczego na powierzchnię. Skip porusza się z prędkością do 20 m/s. W kopalni *JAN* poruszał się z prędkością 8 m/s.

i urządzeń technologicznych oraz na wykorzystanie minikomputera *HP2114B* do przeprowadzenia statystycznej analizy zebranych danych.

Kierownik polecił mi zaprojektować urządzenie pilotujące, co stanowiło rodzaj uznania dla mnie, moich kompetencji i zaangażowania zawodowego.

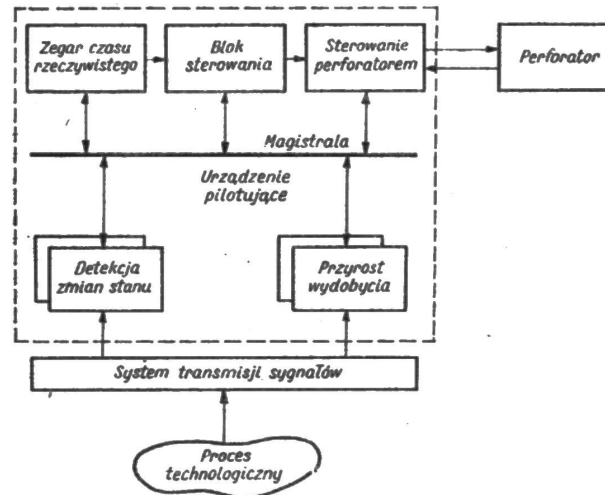


Fig.4 Schemat blokowy urządzenia pilotującego

Urządzenie pilotujące<sup>28</sup>, którego schemat blokowy przedstawia Fig.4 różniące się od wspomnianych wcześniej rejestratorów *SMC-2* znacznie prostszą strukturą, rejestrowało wszystkie zmiany stanu pracy maszyn i urządzeń, oraz każdy przyrost wydobywania. Innymi słowy urządzenie pilotujące, dzięki wyeliminowaniu selekcji czasowej i strukturalnej, dawało rzeczywisty strumień informacji napływającej z obiektu do dyspozytorni kopalnianej.

Programem *INPIL* do statystycznej analizy danych źródłowych, zajął się kierownik. Jednym z powodów był przewód doktorski, który otworzył na Wydziale Automatyki i Informatyki Politechniki Śląskiej pod kierunkiem doc. dr. hab. inż. Andrzeja Grzywaka. Tematyką rozprawy było sterowanie podziemnym transportem węgla i potrzebne były rzeczywiste dane do weryfikacji parametrów modelu tego procesu.

Pierwszym obiektem identyfikacji była kopalnia *SIRSZA*, gdzie w drugiej połowie 1972 roku zainstalowaliśmy urządzenie pilotujące. Taśmy perforowane zawierające zarejestrowane dane dostarczano do naszego zakładu, gdzie poddawane były przetwarzaniu w systemie *INPIL*. Zajmowała się tym Urszula Klepek.

O mnie tymczasem upomniała się armia. Jej stratedzy obawiali się widać, że beze mnie przegrają ewentualną wojnę, więc od 2 października do 23 grudnia 1972 roku przebywałem, jako plutonowy podchorąży, w J.W. nr 4487 studiując wojskowość w zakresie specjalności XXIII-15.

#### Komórka 202 systemu operacyjnego BCS

W jakiś czas po demobilizacji zdarzyło się, że minikomputer *HP2114B* nie wydrukował wyników przetwarzania, mimo poprawnego użycia instrukcji wyprowadzania i prawidłowej struktury programu. O ile dobrze pamiętam dotyczyło to programu napisanego w języku *Fortran*. Wtedy opowiedziano mi, że problem taki wystąpił po raz pierwszy podczas udostępnienia naszego minikomputera jednemu z docentów Zakładu Systemów Automatyki Kompleksowej Polskiej Akademii Nauk mieszczącego się w Gliwicach.

<sup>28</sup> Suchy J., Żymełka K. „Urządzenie pilotujące systemów kompleksowej automatyzacji” *Informatyka* nr 10 1976, strony 15-16

A było to tak. Po uzgodnieniu z dyrekcją ZKMPW przejechał do Zakładu Automatykacji Powierzchniowej docent w towarzystwie dwóch pań asystentek. Przywieźli ze sobą postać źródłową programów napisanych w języku *Fortran*. Po wykonaniu obliczeń ich wyniki miały być wydrukowane na teledrukarce *ASR-33*. Panie asystentki pod okiem docenta przystąpiły do pracy. Wykonały kompilację programu. Ze względu na ograniczoną do 8192 słów pojemność pamięci operacyjnej, kompilacja programów napisanych w języku *Fortran* była dwufazowa. Faza pierwsza polegała na kompilacji źródłowej listy programu do tzw. postaci pośredniej. W fazie drugiej postać pośrednią programu kompilowało się do postaci przesuwalnej (relocated). Tę z kolei przy pomocy systemu operacyjnego *BCS* konwertowało się do postaci wykonywalnej (execute) programu. Po przygotowaniu wersji wykonywalnej, panie zasiadły z docentem przed naszym minikomputerem, uruchomiły program i czekały na wydrukowanie wyników. Program zakończył pracę, minikomputer przeszedł w stan *HALT*, wyniki nie zostały wydrukowane. Zapanowała konsternacja. Powtórzono całą procedurę, bez rezultatu. Program przejrzał kierownik. Nie dopatrywał się nieprawidłowości. Po wyjeździe docenta i jego asystentek zapomniano szybko o niepowodzeniu, tłumacząc je brakiem doświadczenia.

Teraz sprawa wróciła. Początkowo nie mogłem znaleźć przyczyny, zresztą objaw występował sporadycznie i stąd był trudny do uchwycenia. W końcu, zresztą zupełnie przypadkowo, uchwyciłem okoliczności występowania błędu. Jeśli dobrze pamiętam błędne działanie pojawiało się, kiedy pomiędzy kompilacją, a wyprodukowaniem wersji wykonywalnej wczytano do pamięci operacyjnej edytor. Wtedy instrukcja *WRITE* nie była wykonywana. Metodą prób ustaliłem, że wczytanie po zakończeniu edycji, a przed scalaniem *BCS*-em, kompilatora powoduje poprawne wykonanie instrukcji *WRITE*. Sprawdziłem ponownie, potem jeszcze kilka razy. W powtarzalny sposób mogłem dezaktywować i aktywować instrukcję *WRITE*. Wiedzieliśmy już jak wprowadzić i jak wyprowadzić system z błędnego działania, ale nie znaliśmy jego przyczyny.

Po dyskusji w gronie najbardziej zainteresowanych doszliśmy do wniosku, że przyczyną może być błąd systemu operacyjnego *BCS*. Ponieważ mapa pamięci była znana postanowiliśmy podejrzeć sposób działania *BCS*. Niestety nie dysponowaliśmy odwrotnym asemblerem. Z konieczności zastosowaliśmy prostą, ale niezwykle uciążliwą metodę, polegającą na odczytywaniu zawartości pamięci w kodzie maszynowym, komórka po komórce, z obszaru zajmowanego przez *BCS*. Dane te notowaliśmy, a następnie interpretowaliśmy zastępując odwrotny asembler. O dziwo tylko początek był trudny. Szybko poznaliśmy strukturę programu i dalej poszło stosunkowo szybko, bo okazało się, że *BCS* jest zbudowany z niewielkich podprogramów. W efekcie po kilkunastu dniach odkryliśmy przyczynę nieaktywności instrukcji *WRITE*. Była nią nieprawidłowa zawartość komórki o adresie 202. O ile pamiętam edytor zerował ją, a *BCS* wykonywał skok przy zerze omijając instrukcję. Teraz wystarczyło sprawdzić zawartość tej komórki i ewentualnie wpisać wartość większą od zera, by pozbyć się problemu.

### **Od prototypu MKJ-28 do minikomputera PRS-4**

W pierwszej połowie 1973 roku większość czasu poświęcałem programowaniu minikomputera *HP2114*. Głównym powodem było zakończenie projektów, w których uczestniczyłem. Urządzenie pilotujące pracowało od kilku miesięcy w kopalni *SIERSZA*, dobiegały końca badania urządzenia sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym *UZO-4*, a jeszcze wcześniej, bo we wrześniu 1972 roku zakończyłem prace związane z rejestratorem cyfrowym *SMC-2*, przygotowaniem pulpitu dyspozytorskiego oraz tablicy synoptycznej systemu *S*. W tym czasie, dzięki zatrudnieniu nowych pracowników, zwiększył się potencjał intelektualny Zakładu Automatykacji Powierzchniowej. Nowymi pracownikami byli magistrowie inżynierowie: Zbigniew Isakow, Ewa Majcherczyk, Marek

Mokrosz, Jerzy Richter - absolwenci Wydziału Automatyki i Informatyki Politechniki Śląskiej, Karol Gorol - asystent na tym wydziale oraz Janusz Suchy - absolwent Politechniki Kijowskiej, a także technicy, dziewczyny: Maria Dyl oraz dwie Elżbiety Kępińska i Lauer.

My „starzy” pracownicy, do których już się zaliczałem, nie stanowiliśmy środowiska hermetycznego i przyjęliśmy nowozatrudnionych zycliwie, dzieląc się informacjami o panujących w zakładzie zwyczajach. Nasze postępowania nie do końca było bezinteresowne. Liczyliśmy na zmniejszenie obciążenia obowiązkami zawodowymi, co pozwoliłoby wygospodarowany czas przeznaczyć na poszukiwanie tematyki prac własnych w dziedzinie, w której chcielibyśmy rozwijać się naukowo. Pracowaliśmy przecież w jednostce naukowo-badawczej, a Jerzy Pilch-Kowalczyk często nas do realizowania własnych pasji badawczych zachęcał.

## Narodziny MKJ-28

Jeśli dobrze pamiętam, była połowa 1973 roku, kiedy wezwał mnie kierownik i zaproponował udział w projekcie minikomputera, który miałby listę rozkazów zgodną z listą rozkazów *HP2114B*, a właściwie rodziny minikomputerów firmy Hewlett Packard<sup>29</sup>. Pomyślna realizacja projektu dałaby nam minikomputer o niespotykanych w ówczesnej Polsce możliwościach.

Propozycja była frapująca i niezwykła. Podejście Jerzego odbiegało od praktyki powszechnej w tamtym czasie w Polsce. Krajowy przemysł komputerowy, warszawska *MERA* i wrocławskie *ELWRO*, a także inni producenci, jak Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego, skupiali się na projektowaniu sprzętu, programowanie traktując po macoszemu. Trudno było efektywnie wykorzystać ówczesnie dostępne w Polsce komputery i minikomputery. Doświadczaliśmy tego sami w kopalni *JAN*, gdzie pracujący w systemie *S* minikomputer *MKJ-25*, programowany był w języku wewnętrznym<sup>30</sup>. Skutkiem takiego rozwiązania była ogromna uciążliwość i pracochłonność wprowadzania zmian w oprogramowaniu, niezbędnych dla zaspokojenia rosnących oczekiwań użytkowników systemu *S*.

W Zakładzie Automatyzacji Powierzchniowej zdawaliśmy sobie już doskonale sprawę, że tylko dostęp do bogatego oprogramowania systemowego i narzędziowego pozwoli efektywnie wdrażać systemy wykorzystujące technikę komputerową. Programowaliśmy minikomputer *HP2114B* i dostrzegaliśmy przepaść pomiędzy nim a *MKJ-25*. Nasi koledzy z Zakładu Maszyn Matematycznych dalej brnęli w ślepią uliczkę. Rozpoczynali właśnie prace nad minikomputerem *P*, z równoległym arytmometrem, które zaowocowały prototypem z ciekawymi rozwiązaniami sprzętowymi, niestety bez oprogramowania.

Na propozycję kierownika zgodziłem się bez wahania, a wtedy Jerzy zaproponował mi współpracę ze swoim bratem Andrzejem Kowalczykiem<sup>31</sup>, który jak powiedział rozpoczął już projektowanie. Andrzej, który był moim kolegą z roku, wybrał elektronikę jako swą

---

<sup>29</sup> Rodzina minikomputerów Hewlett Packard obejmowała: *HP2114A* z pamięcią 4k słów 16-bitowych i pakietem oprogramowania obejmującym *ASSEMBLER* i *FORTAN*, *HP2114B* z pamięcią 8k słów 16-bitowych i pakietem oprogramowania obejmującym *ASSEMBLER*, *ALGOL*, *FORTAN* i *BASIC*, *HP2114C* z pamięcią 16k słów 16-bitowych i pakietem oprogramowania obejmującym *ASSEMBLER*, *ALGOL*, *FORTAN* i *BASIC*, *HP2115A* (inne wykonanie *HP2114A* z zasilaczem *HP2161A* w oddzielnej obudowie), *HP2116B* i *HP2116C* ze skróconym o 25% cyklem procesora, przeznaczone do obliczeń naukowych, wyposażone dodatkowo w oprogramowanie systemowe czasu rzeczywistego (*real time*) oraz oprogramowanie, do pracy z podziałem czasu (*time-shared*), umożliwiające jednoczesną pracę 16 użytkowników.

<sup>30</sup> Minikomputer *MKJ-25* wyposażono w assembler *TUZ* oraz system operacyjny *SOM* dopiero po wdrożeniu systemu *S* w kopalni *JAN*.

<sup>31</sup> Andrzej Kowalczyk był bratem Jerzego, mieli te samą matkę, ale różnych ojców. Jerzy był synem przedwojennego oficera zawodowego Pilcha, który we wrześniu 1939 roku trafił do niewoli sowieckiej, został osadzony w Kozielsku i zamordowany w Katyniu. Wdowa po nim wyszła powtórnie za mąż za pana Kowalczyka i z tego związku urodził się Andrzej oraz jego młodszy brat Jacek. Andrzej wyjechał w 1974 roku na stypendium do Paryża, z którego nie wrócił. Po paru latach wyjechał do USA i tam zrobił karierę w przemyśle elektronicznym. Jacek wyjechał do Francji i tam pozostał. Jeśli dobrze pamiętam było to na początku lat 1980.

specjalizację i od 1970 roku pracował w ZEG-u. Mieliśmy się spotkać w trójkę w ciągu najbliższych dni. Nie pamiętam, dlaczego do spotkania w takim gronie nie doszło. Jerzy przekazał mi rezultaty pracy Andrzeja do oceny i wykorzystania oraz pozostawił dużą swobodę w zakresie realizacji projektu, a także poprosił, abym nie nagłaśniał informacji o jego realizacji.

Nie sądzę by na tym etapie Jerzy wtajemniczył w sprawę swoich przełożonych, którzy co oczywiste, operowali na wyższym poziomie ogólności, na którym minikomputer był tylko jednym z wielu elementów schematu blokowego systemu S. Domyślałem się, że kierownik chciał ich poinformować dopiero wtedy, gdy będzie mógł jednocześnie zademonstrować działający prototyp minikomputera. Chciał pewnie w ten sposób zastąpić MKJ-25 w systemie S naszym minikomputerem. Nie do końca się to sprawdziło, ale zastosowana metoda faktów dokonanych wydała owoce, co prawda dopiero po latach i nie w systemie S.

Projekty przygotowane przez Andrzeja dotyczyły fragmentów dekodera rozkazów i charakteryzowały się rozbudową układów „wzdłuż drogi” przepływu sygnałów. Uznałem, że nie nadają się do wykorzystania, ponieważ tę samą funkcję można zrealizować znacznie prościej, przy mniejszym opóźnieniu pomiędzy sygnałami wejściowymi a wyjściowymi. Swoją opinię, w sprawie wykorzystania projektów Andrzeja, przedstawiłem niebawem Jerzemu i uzasadniłem widać przekonująco, bo nie oponował. Wydawało mi się nawet, że odetchnął z ulgą. Wtedy nie zwróciłem na to uwagi. Dopiero po kilku miesiącach, kiedy prototyp minikomputera już działał, przypomniałem sobie to westchnienie ulgi i zrozumiałem, co mogło oznaczać. Myślę, że początkowo Jerzy chciał projekt przeprowadzić w gronie rodzinnym, ale kiedy obejrzał to, co zrobił Andrzej zrozumiał, że jest to niemożliwe. Uznał, że praca przekracza możliwości Andrzeja ze względu na brak doświadczenia w projektowaniu i zwrócił się do mnie.

Nie wiem, kto wpadł na pomysł projektu minikomputera o liście rozkazów zgodnej z HP2114B, ale uznałem, że Jerzy. Nigdy na ten temat nie rozmawialiśmy, ale po kilku latach pracy pod jego kierunkiem, było dla mnie oczywiste, że tylko on mógł wpaść na tak prosty i genialny jednocześnie pomysł. Jednak w 2006 roku, zbierając materiały do niniejszego opracowania natknąłem się na informacje, że w bardzo podobny sposób postąpili twórcy komputera ODRA 1304<sup>32</sup>. Nie wiem czy kierownik wiedział o tym, ale nawet, jeśli wiedział, w niczym nie umniejsza to jego zasług w zainicjowaniu i zrealizowaniu ryzykownego, z wielu powodów, projektu.

Realizacja projektu była dla mnie sporym wyzwaniem intelektualnym. Wreszcie mogłem nie tylko wykorzystywać minikomputer, ale zaprojektować go, wykonać i uruchomić. Była to dla mnie tak niesamowita motywacja, że przez kilka najbliższych miesięcy prawie o niczym

---

<sup>32</sup> Komisja Oceny Maszyn Matematycznych, oceniając w październiku 1966 roku ODRĘ 1204 stwierdziła, że jej oprogramowanie podstawowe (wtedy nie było jeszcze translatora ALGOL-u) jest w porównaniu z maszynami firm zachodnich, bardzo 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 maszyny, która akceptowałaby oprogramowanie podstawowe i użytkowe jednej z firm zachodnich. Komisja uznała pomysł za interesujący, a jej przewodniczący Romuald Marczyński, zgłosił odpowiednią propozycję do Zjednoczenia MERA. Na przełomie kwietnia i maja 1967 roku do Anglii wyjechała grupa ekspertów w składzie: Witold Tyrman (MERA), Janusz Matejak (MERA), Marek Greniewski, Marek Wajcen, Wincenty Balasiński, przedstawiciele METRONEX-u oraz autor tego referatu. Przeprowadzono rozmowy z firmami International Computers and Tabulators (ICT), International Business Machines (IBM) oraz English Electric Computers (EEC). Firma IBM (filia w Anglii) nie była zainteresowana żadną współpracą, natomiast ICT (później ICL) i EEC były gotowe ją podjąć. Wybrano ICT i jej maszynę serii 1900. Wynegocjowane zostały następujące warunki: Polska zakupi w 1967 roku duże maszyny ICL 1900 i w przyszłości, kupując maszyny cyfrowe będzie uwzględniała oferty ICL, natomiast firma ta prześle WZW 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 i ZR im. Kasprzaka). Anglicy zgodzili się na takie warunki, upewniwszy się, że nie muszą przekazywać dokumentacji technicznej pakietów ani pamięci ferrytowej. Oficjalne porozumienie zostało podpisane w lipcu 1967 roku, a jesienią grupa logików WZE ELWRO rozpoczęła w ICL przeszkolenie w zakresie maszyny cyfrowej ICL 1904. Wg Bilski E. „Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO. Okres maszyn cyfrowych ODRA” *Informatyka nr 8-12 1989 rok str. 26-30*

innym nie myślałem. Nie zdawałem sobie sprawy z problemów i kłopotów, jakie napotkam oraz ryzyka niepowodzenia, którym projekt był obciążony.

### Studium wykonalności

To popularne obecnie sformułowanie w połowie 1973 roku było zupełnie nieznaną. Nie wykonałem studium wykonalności, po prostu z ogromnym zapałem zabrałem się do pracy.

Czym dysponowałem rozpoczynając pracę, która przekształciła się w trwającą bez mała kilkanaście lat przygodę z minikomputerami o zgodnej z *HP2114B* liście rozkazów? Patrząc z dzisiejszej perspektywy były to: nowoczesny minikomputer, bogate oprogramowanie i podręcznik „A Pocket Guide to Hewlett-Packard Computers”, czyli coś materialnego. Decydujące znaczenie miało jednak połączenie atmosfery panującej w Zakładzie Automatykacji Powierzchniowej, fascynacji komputerami i pasji oraz doświadczenie i osobiste predyspozycje do wykonania takiego projektu. Tak oceniam to dzisiaj, ale może się mylę, może był to zwykły zbieg okoliczności. Może przypadek zdecydował, że Jerzy wybrał mnie.

Minikomputer HP2114B znałem już doskonale, ale tylko w zakresie programowania. Teraz musiałem zainteresować się nim od innej strony. Z duszą na ramieniu odkręciłem blachowkręty i zdjąłem górną pokrywę obudowy. Zajrzałem do środka, zobaczyłem zasilacz, pamięć operacyjną (ferrytową, rdzeniową) oraz kasetę z pakietami elektroniki pamięci, procesora, kart interfejsu czytnika taśmy perforowanej, dziurkarki taśmy i teletype'u. Już na pierwszy rzut oka było to profesjonalne urządzenie. Kolejno wyjmowałem pakiety procesora, potem karty interfejsu. Pakiety wykonane na dwustronnym druku, obsadzone równymi rzędami elementów scalonych. Ze specyfikacji wynikało, że są to elementy scalone typu *CTL*, nie stosowane w Polsce i *TTL*. Niestety ich opisy, w postaci ciągów cyfr, nic mi nie mówiły. Różniły się od znanych mi oznaczeń stosowanych przez firmy *Texas Instruments* i *Sescom*. Doszliśmy z Jerzym do wniosku, że są to elementy produkowane tylko na zamówienie firmy *Hewlett-Packard* i skopiowanie minikomputera jest w tej sytuacji niewykonalne. Sam minikomputer uznałem jednak za ważny i wykorzystywałem jako wzorzec odniesienia w czasie realizacji projektu.

Musiałem poszukać innego sposobu zrealizowania pomysłu Jerzego. Ponieważ wiedziałem, jeszcze z czasów studenckich, że tę samą funkcję logiczną można zrealizować za pomocą różnych układów, postanowiłem tak właśnie zrobić. Zadanie, jakie sobie postawiłem, czy jakie przede mną postawił Jerzy można sformułować następująco:

*„nie sugerując się istniejącym rozwiązaniem sprzętowym HP2114B, zaprojektować hardware minikomputera w taki sposób by programista nie był w stanie rozróżnić czy pracuje na amerykańskim oryginale czy na jego polskiej kopii”*

Teoretycznie wszystko było oczywiste i proste. Potrzebny był tylko precyzyjny opis sposobu działania minikomputera, by wykorzystując dostępną w Polsce bazę elementową, zaprojektować i wykonać prototyp polskiej kopii *HP2114B*. Takim precyzyjnym opisem nie dysponowałem. To, co już wiedziałem o sposobie działania minikomputera *HP2114B* było wystarczające dla programisty, ale dalece niewystarczające dla konstruktora i projektanta. Pierwszym etapem mojej pracy stało się precyzyjne opisanie sposobu działania minikomputera *HP2114B*.

Oprogramowanie systemowe i narzędziowe, zakupione przez *ZKMPW* wraz z minikomputerem *HP2114B* było najważniejsze, bowiem bez oprogramowania historia ta nie mogłaby się wydarzyć, a cały projekt nie miałby sensu. Właściwie było to oprogramowanie całej rodziny maszyn cyfrowych od *HP2114A* do *HP2116C*. Oprogramowanie to obejmowało (w nawiasach nazwy oryginalne):

- system operacyjny *BCS* (**B**asic **C**ontrol **S**ystem),
- edytor (Symbolic Editor),
- asembler (Assembler),
- kompilator *Fortran*'u (Extended ASA Basic *Fortran* Compiler) ,
- kompilator *Algol*'u (A subset of *Algol 60* Compiler),
- interpretator *Basic*'a (*Basic* Interpreter)
- bibliotekę podprogramów (Program Library),
- system wejścia/wyjścia *SIO* (**S**ystem **I**nput/**O**utput Drivers),
- programy diagnostyczne dla sprzętu (Hardware Diagnostics) obejmujące
  - testy rozkazów maszynowych (Instructions Tests),
  - testy adresowania pamięci operacyjnej (Memory Address Tests),
  - testy zawartości pamięci operacyjnej (Memory Checkerboard Tests),
  - testy urządzeń peryferyjnych (Input/Output Tests).

Były to standardowe produkty, dostarczane w postaci taśm perforowanych 8-kanałowych, opatrzonymi unikalnymi oznaczeniami producenta. Wyjątkiem był system operacyjny (*BCS*) i system wejścia/wyjścia (*SIO*), które nie były standardowymi i nie posiadały tych oznaczeń, bo odzwierciedlały aktualną konfigurację sprzętu. Dla umożliwienia rekonfiguracji we własnym zakresie użytkownik otrzymywał dodatkowo dwa programy konfiguracyjne (Prepare Control System i System Input/Output Dump).

Bardzo dbaliśmy o posiadane oprogramowanie wykonując okresowo kopie robocze na importowanej taśmie. Taśmy krajowe niestety nie nadawały się do tego, bo miały niejednorodną strukturą i małą wytrzymałość mechaniczną. Niejednorodna struktura powodowała częste błędy podczas wczytywania programów, po prostu taśma krajowa przeświecała w miejscach bez perforacji. Stosowaliśmy ją tylko z konieczności, gdy nie było innej.

„A Pocket Guide to HP Computers” (Fig.5) był kompendium wiedzy niezbędnej do efektywnego stosowania i użytkowania maszyn cyfrowych *HP*, a dla mnie okazał się bezcennym źródłem informacji. Podzielony był na pięć następujących części:

1. Specifications and Basic Operations Manual
2. Basic Control System Reference Manual
3. *Fortran* Reference Manual
4. Program Library Reference Manual
5. *Basic* Language Reference Manual



Fig.5 Okładka kieszonkowego podręcznika HP

Zapoznałem się z zawartością podręcznika, którego fragmenty znałem oczywiście z poprzednich prac programistycznych. Już po tej pobieżnej analizie doszedłem do wniosku, że źródłem informacji przydatnych w procesie projektowania może być tylko część 1-sza (Fig.6), pozostałe były z tego punktu widzenia nieprzydatne, stanowiły natomiast znakomity podręcznik dla programistów.

<b>CHAPTER 1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	
1.1	Interfacing	1-4
1.2	Input/Output Peripheral Devices	1-4
1.3	System Documentation	1-5
<b>CHAPTER 2</b>	<b>COMPUTER SPECIFICATIONS AND DESCRIPTION</b>	
2.1	Options	2-1
2.2	Physical Specifications	2-1
2.3	Computer Timing	2-5
2.4	Memory	2-7
2.5	Working Registers	2-9
2.6	Computer Controls	2-11
2.7	Instructions	2-15
2.8	Data Formats	2-30
2.9	Input/Output Specifications	2-30
2.10	Processor Options	2-43
2.11	Input/Output Options	2-44
2.12	Software	2-51
<b>CHAPTER 3</b>	<b>COMPUTER OPERATION</b>	
3.1	HP Computer Structure	3-1
3.2	Implementation of Instructions	3-18

Fig.6 Zawartość części 1-szej „Specifications and Basic Operations Manual”  
(wg „A Pocket Guide to HP Computers”)



Ponownie, już dokładniej przejrzałem zawartość części 1-szej. Interesujące z mojego punktu widzenia wydały mi się następujące podrozdziały:

- 2.3 Computer Timing
- 2.4.3 Addressing
- 2.5 Working Registers
- 2.6 Computer Controls
- 2.7 Instructions
- 2.8 Data Format
- 2.9.1 Input/Output System Design
- 2.9.2 Interrupt Structure
- 3.1 HP Computer Structure
- 3.2 Implementation of Instructions

Te podrozdziały przeanalizowałem już bardzo dokładnie, bo zawierały dosyć szczegółowe informacje o sposobie działania minikomputera *HP2114B*.

Zacząłem od taktowania minikomputera *HP2114B*. Służył do tego generator o częstotliwości 8MHz wyznaczający 2μs cykl maszynowy, który składał się z 8 taktów oznaczonych T0, T1, ..., T8.

Minikomputer wykonywał rozkazy w czterech fazach (Fetch, Indirect, Execute, Interrupt) o stałym czasie trwania, równym czasowi cyklu maszynowego (Fig.7). W trzech pierwszych fazach odbywała się komunikacja z pamięcią operacyjną. Następstwo faz nie było stałe. Minikomputer mógł przejść bezpośrednio po zakończeniu każdej z trzech pierwszych faz do fazy następnej, w sposób przedstawiony na Fig.7. Przerwanie wymuszało przejście do fazy Interrupt.

Podstawową była faza Fetch, od której zaczynała się realizacja każdego rozkazu. W tej fazie odczytywany był, z pamięci operacyjnej, kod kolejnego rozkazu. Po fazie Fetch mogły wystąpić ponownie Fetch albo Indirect albo Execute albo Interrupt. Po fazie Indirect - Execute albo ponownie Indirect albo Fetch albo Interrupt, natomiast po fazie Execute tylko Fetch albo Interrupt. Inaczej wyglądała sprawa fazy Interrupt, po której zawsze występowała faza Fetch. Od tych zasad były jeszcze pewne wyjątki.

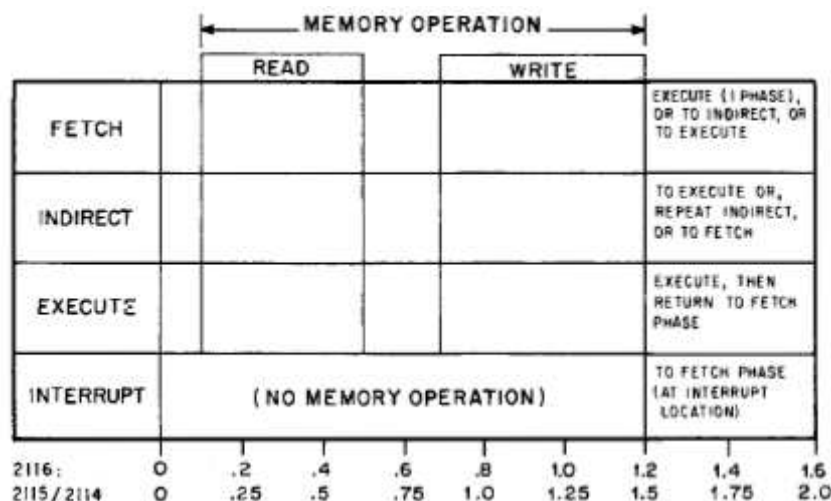


Fig.7 Fazy cyklu maszynowego minikomputera *HP2114B* - fazy (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

Następnie zająłem się strukturą logiczną minikomputera przedstawioną na Fig.8, poznałem drogi przepływu adresów i danych oraz sposób, w jaki docierają do poszczególnych rejestrów.

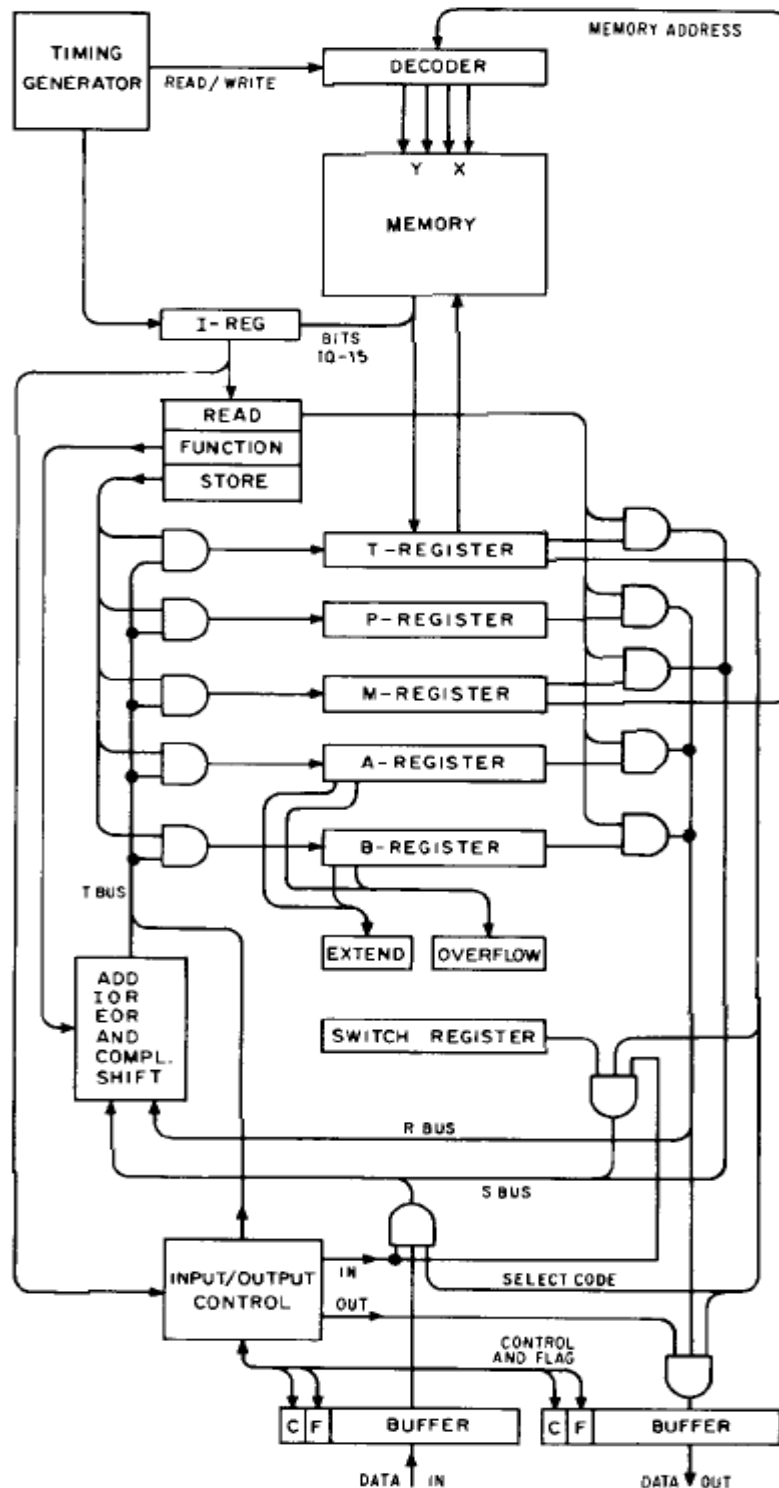


Fig.8 Schemat logiczny minikomputera HP2114B (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

Okazało się, że informacje nie są przekazywane bezpośrednio z rejestru do rejestru, ale za pośrednictwem 3 magistrali: S, R i T. Stan rejestrów z jednej strony był, w zdefiniowanych

chwilach czasu, podawany (sygnałem *READ*) na jedną z magistrali wejściowych arytmometru (*S* lub *R*), a z drugiej strony wynik operacji arytmetycznej lub logicznej (wybranej sygnałem *FUNCTION*) poprzez magistralę wyjściową arytmometru (*T*) mógł być wpisywany (sygnałem *STORE*) do dowolnego z rejestru. Rejestry adresowy *M* i danych *T* połączone były też bezpośrednio z pamięcią operacyjną.

Przyjrzałem się rejestrom, których było dziewięć, przy czym dla programisty dostępnych było osiem następujących:

- *M* 15-bitowy rejestr adresowy pamięci operacyjnej,
- *T* 16-bitowy rejestr danych odczytywanych z lub zapisywanych do komórek pamięci operacyjnej, wybranych adresem znajdującym się w rejestrze *M*,
- *P* 15-bitowy licznik operacji przechowujący w zasadzie adres następnego rozkazu, chociaż od tej zasady były wyjątki,
- *A, B* dwa równoprawne 16-bitowe rejestry akumulatorów dostępne również jako dwie początkowe komórki pamięci operacyjnej, o adresach odpowiednio 0 i 1,
- *SWITCH* 16-bitowy rejestr umożliwiający wprowadzanie danych z pulpitu do rejestrów *A, B, M, P* oraz do pamięci operacyjnej, odczytywanie zawartości rejestrów *A, B* i pamięci operacyjnej, dostępny też jako urządzenie peryferyjne o adresie 1,
- *E* 1-bitowy rejestr rozszerzenia rejestrów akumulatora podczas wykonywania operacji przesunięć i rotacji,
- *O* 1-bitowy rejestr nadmiaru powstającego podczas wykonywania operacji arytmetycznych.

Istotną rolę spełniał 6-bitowy rejestr rozkazów *I*, w którym przechowywany był kod rozkazu od chwili odczytu z pamięci operacyjnej do zakończenia jego realizacji. Rozkazy dzieliły się na trzy grupy różniące się formatem (Fig.9):

- Rozkazy operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków (**M**emory **R**eference **I**nstructions),
- Rozkazy operacji na rejestrach, przesunięć i rotacji (**R**egister **R**eference **I**nstructions),
- Rozkazy wejścia/wyjścia (**I**nput/**O**utput **I**nstructions).

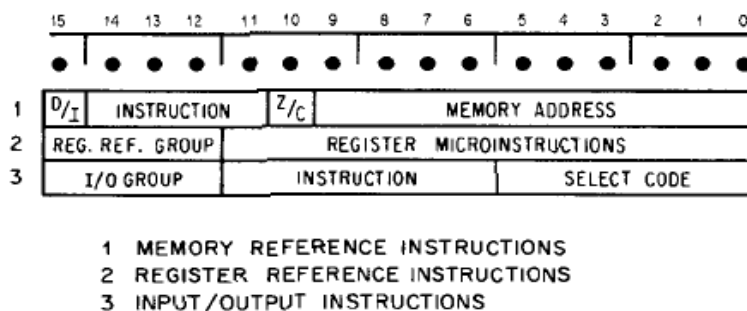


Fig.9 Format rozkazów minikomputera *HP2114B* (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

Listę wszystkich 70 rozkazów wraz z opisem przedstawia Fig.10, a kody poszczególnych rozkazów Fig.11. Rozkazy z grupy *MRI*, w odróżnieniu od pozostałych, zawierały adres operandu, a ich realizacja wymagała, co najmniej dwóch faz. Wyjątkiem był rozkaz skoku bezwarunkowego (*JMP*), który w przypadku adresacji bezpośredniej realizowany był w jednej fazie, a w przypadku adresacji pośredniej w dwóch lub więcej (zależnie od krotności adresacji pośredniej). Kod grupy rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków wyróżniał się niezerową wartością bitów 14, 13, 12, podczas gdy dla pozostałych grup bity te były zawsze równe zero. Grupa rozkazów wejścia/wyjścia (Input/Output

Instructions) wyróżniała się bitami 15=1 i 10=1. W grupie rozkazów operacji na rejestrach występowały dwie podgrupy rozróżnione stanem bitu 10:

- przesunięć i rotacji (Shift-Rotate Group) bit10=0,
- skoków i testowania bitów (Alter Skip Group) bit10=1,

a poszczególne rozkazy były mikroprogramowane, co pozwalało zrealizować do 4. mikrorozkazów Shift-Rotate Group lub do 8. mikrorozkazów Alter Skip Group w jednym cyklu maszynowym (Fig.12).

W ten sposób poznałem zasady działania minikomputera *HP2114B*. W przypadku wątpliwości zawsze mogłem sprawdzić jak przebiega realizacja rozkazów wykonując, krok po kroku, specjalnie napisane programy. Oczywiście sprawdzić mogłem niektóre stany na początku i końcu każdej fazy, co działało się pomiędzy tego mogłem się jedynie domyślać na podstawie informacji o sposobie implementacji poszczególnych rozkazów przedstawionym na Fig.13, Fig.14 i Fig.15 oraz towarzyszących im opisów. Opisy realizacji były w miarę dokładne jedynie dla rozkazów *AND* (Fig.16) oraz *JMP*, natomiast dla pozostałych tylko ogólne (Fig.17). W tej części projektu bardzo przydawało mi się doświadczenie zdobyte w czasie dotychczasowej pracy z *HP2114B*, a szczególnie ten jej okres, kiedy jako „odwrotny assembler” kierownika brałem udział w rozwiązywaniu problemu komórki 202 systemu operacyjnego *BCS*.

Korzystając z takich informacji odtworzyłem sobie sposób działania wszystkich rozkazów. Wiedziałem, że absolutnie niezbędne jest zachowanie formatu i kodów poszczególnych rozkazów, ale już do ich implementacji mogłem podejść swobodniej.

W ciekawy sposób rozwiązano problem adresowania. Pamięć operacyjną podzielono logicznie na strony o pojemności 1k (1024) słów 16-bitowych, wyróżniając stronę zerową o adresach 0000<sub>8</sub>-1777<sub>8</sub>. W związku z tym do adresowania w stronie wystarczało 10 bitów (bity 9-0). Do adresowania wykorzystywano również bit 10 dla odróżnienia tzw. strony bieżącej (bit10=1) od strony zerowej (bit10=0). W ten sposób możliwa była adresacja bezpośrednia (direct) w zakresie 2k (2048) słów, czyli dwóch stron. Stroną bieżącą była ta strona, z którą aktualnie komunikował się procesor. Jeśli operand znajdował się w innej stronie niż realizowany aktualnie rozkaz to trzeba było przejść przez stronę zerową.

Podręcznik wykorzystałem jeszcze do poznania organizacji kanału wejścia/wyjścia i standardu karty interfejsu oraz pulpitu minikomputera (Fig.18). Doszedłem do wniosku, że zachować należy zasady współpracy kart interfejsu z magistralą wejściowo/wyjściową (IO-bus), szczególnie w zakresie układu Start-Gotów (Control-Flag)<sup>33</sup>.

---

<sup>33</sup> W styczniu 1977 roku będąc w ZSRR, w składzie delegacji OBR SMEAG poszukującej odpowiedniego minikomputera do zastosowań w górnictwie, dowiedziałem się o próbie zaprojektowania minikomputera o liście rozkazów zgodnej z *HP* podjętej przez Zjednoczenie *IMPULS* (Обединение ИМПУЛЬС) w Siewiero Doniecku (Северо Донецку). Nie zachowano jednak pełnej zgodności listy rozkazów z oryginałem, co spowodowało konieczność modyfikacji oprogramowania. Powstały w ten sposób minikomputery *SM-1* (CM-1) i *SM-2* (CM2) produkowane we wspomnianej wyżej firmie. Jeden egzemplarz minikomputera *SM-1*(CM-1) zakupił Zakład Systemów Automatyki Kompleksowej PAN w Gliwicach i udostępnił do badań w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Systemów Mechanizacji Elektryfikacji i Automatyki Górniczej, który wchodził w skład Centrum Naukowo-Produkcyjnego *EMAG*. Badania, przeprowadzone w ramach problemu węzłowego 06.4 pod naukowym kierownictwem prof. Stefana Węgrzyna, wykazały zupełną nieprzydatność minikomputera ze względu na jego awaryjność. Mniej więcej w tym samym czasie, w jednym z moskiewskich instytutów naukowych podjęto udaną próbę zaprojektowania minikomputera o liście rozkazów zgodnej z minikomputerami *PDP-11* firmy *Digital Equipment Corporation*. We wspomnianym instytucie widziałem stojące obok siebie minikomputery: *PDP-11* oraz trochę większy radziecki odpowiednik nazwany *П400*. Pracownicy przekonali mnie o pełnej zgodności listy rozkazów *П400* z *PDP-11*. Produkcję uruchomiono w Kijowie pod nazwą *SM-3* (CM-3) i *SM-4* (CM-4). Najbardziej udanym radzieckim projektem była *ELEKTRONIKA-60* (ЭЛЕКТРОНИКА-60) zgodna do tego stopnia z *PDP-11*, że uruchomiono produkcję identycznych elementów scalonych jak stosowane przez *Digital Equipment Corporation*, a poszczególne pakiety po prostu skopiowano. Identyczne było rozmieszczenie elementów, identyczne były nawet obwody drukowane. Produkowano te minikomputery w utajonym miasteczku *Zielenogradka* (Зеленоградка) niedaleko Moskwy (Москва). W 1979 roku Centrum Naukowo-Produkcyjne Systemów Sterowania *MERA-STER* w Katowicach uruchomiło produkcję minikomputera *MERA-60* w ten sposób, że kupowano w ZSRR jednostkę centralną *ELEKTRONIKA-60* (ЭЛЕКТРОНИКА-60) i wyposażano ją w urządzenia peryferyjne produkowane w Polsce (monitory ekranowe *MERA-7952*, czytniki taśmy perforowanej *CT2200*, perforatory *DT-*

TYPE	MNEMONIC	DESCRIPTION	2116B μSEC	2115A/2114A μSEC
Memory Reference (14 total)	AND	"And" (M) to A; result in A	3.2	4.0
	XOR	"Exclusive or" (M) to A; result in A	3.2	4.0
	IOR	"Inclusive or" (M) to A; result in A	3.2	4.0
	JSB	Jump to subroutine, save P	3.2	4.0
	JMP	Jump, unconditionally	1.6	2.0
	ISZ	Increment (M); skip if result zero	3.6	4.5
	ADA/B	Add (M) to A or B; result in A or B	3.2	4.0
	CPA/B	Compare (M) with A or B; skip if unequal	3.2	4.0
	LDA/B	Load (M) into A or B	3.2	4.0
	STA/B	Store A or B into M; A/B unchanged	3.2	4.0
Register Reference (43 total)	SHIFT-ROTATE GROUP		1.6	2.0
	NOP	No operation		
	CLE	Clear E (Extend)		
	SLA/B	Skip if least significant bit of A/B is zero		
	A/BLS	A/B arithmetic left shift one bit		
	A/BRS	A/B arithmetic right shift one bit		
	RA/BL	Rotate A/B left one bit		
	RA/BR	Rotate A/B right one bit		
	A/BLR	A/B left shift one bit, sign cleared		
	ERA/B	Rotate E right one bit with A or B		
	ELA/B	Rotate E left one bit with A or B		
	A/BLF	Rotate A or B left four bits		
	ALTER-SKIP GROUP		1.6	2.0
	CLA/B	Clear A or B		
	CMA/B	Complement A/B (ones complement)		
	CCA/B	Clear-complement A/B (set to -1)		
	CLE	Clear E (Extend)		
	CME	Complement E		
	CCE	Clear-complement E (set E)		
	SEZ	Skip if E is zero		
SSA/B	Skip if sign of A/B is zero (positive)			
SLA/B	Skip if least significant bit of A/B is zero			
INA/B	Increment A/B by one			
SZA/B	Skip if A/B is zero			
RSS	Reverse skip sense			
OVERFLOW		1.6	2.0	
STO	Set overflow bit			
CLO	Clear overflow bit			
SOC	Skip if overflow bit clear			
SOS	Skip if overflow bit set			
Input/ Output (13 total)	HLT	Halt program	1.6	2.0
	STF	Set flag bit of selected I/O channel		
	CLF	Clear flag of selected I/O channel		
	SFC	Skip if flag clear		
	SFS	Skip if flag set		
	MIA/B	Merge ("or") I/O channel into A/B		
	LIA/B	Load I/O channel into A/B		
	OTA/B	Output A/B to I/O channel		
	STC	Set control bit of selected channel		
CLC	Clear control bit of selected channel			

1. (M) = Contents of Memory Location M
2. Overflow instructions are coded under I/O group

Fig.10 Lista rozkazów minikomputera HP2114B (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

105S, drukarki mozaikowe DZM-180). Większość „wyprodukowanych” w ten sposób minikomputerów MERA-60 była sprzedawana ..... do ZSRR.

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
D/I	AND	001	0	Z/C	← Memory Address →											
D/I	XOR	010	0	Z/C												
D/I	IOR	011	0	Z/C												
D/I	JSB	001	1	Z/C												
D/I	JMP	010	1	Z/C												
D/I	ISZ	011	1	Z/C												
D/I	AD*	100	A/B	Z/C												
D/I	CP*	101	A/B	Z/C												
D/I	LD*	110	A/B	Z/C												
D/I	ST*	111	A/B	Z/C												
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	SRG	000	A/B	0	D/E	*LS	000	CLE	D/E	SL*	*LS	000				
						*RS	001				*RS	001				
						R*L	010				R*L	010				
						R*R	011				R*R	011				
						*LR	100				*LR	100				
						ER*	101				ER*	101				
						EL*	110				EL*	110				
						*LF	111				*LF	111				
				NOP	000					000					000	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	ASG	000	A/B	1	CL*	01	CLE	01	SEZ	SS*	SL*	IN*	SZ*	RSS		
					CM*	10	CME	10								
					CC*	11	CCE	11								
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
1	IOG	000		1	H/C	HLT	000	← Select Code →								
				1	0	STF	001									
				1	1	CLF	001									
				1	0	SFC	010									
				1	0	SFS	011									
			A/B	1	H/C	MI*	100									
			A/B	1	H/C	LI*	101									
			A/B	1	H/C	OT*	110									
			0	1	H/C	STC	111									
			1	1	H/C	CLC	111									
				1	0	STO	001			000					001	
				1	1	CLO	001			000					001	
				1	H/C	SOC	010			000					001	
				1	H/C	SOS	011			000					001	

Notes: \* = A or B.  
D/I, A/B, Z/C, D/E, H/C coded: 0/1.  
\*\*Second word is Memory Address.

Fig.11 Kody rozkazów minikomputera HP2114B (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

Na pulpicie sterowania minikomputera wyświetlały się: zawartość komórki pamięci (*REGISTER T MEMORY DATA* - pierwszy od góry na Fig.18), adres tej komórki (*REGISTER M MEMORY ADDRESS* - drugi od góry na Fig.18) oraz rejestr przycisków (*SWITCH REGISTER* - poniżej rejestru adresowego). Ten ostatni, w postaci 16 podświetlanych przycisków sensorowych umożliwiał wprowadzanie adresu do rejestru adresowego przyciskiem *LOAD ADDRESS*, danych do pamięci operacyjnej (pod adres znajdujący się w rejestrze adresowym) i do rejestrów akumulatora A (adres 0) i B (adres 1) przyciskiem *LOAD MEMORY* oraz służył do wyświetlania zawartości komórki pamięci operacyjnej (o adresie w rejestrze adresowym) przyciskiem *DISPLAY MEMORY*. Przyciski sterujące dotykowe pulpitu były podświetlane, co wykorzystano do sygnalizacji stanu pracy minikomputera. Rejestr *SWITCH* był dostępny jako urządzenie peryferyjne o adresie selekcyjnym 1.

Pulpit umożliwiał identyfikację stanu pracy minikomputera: realizowanej fazy (*FETCH*, *INDIRECT*, *EXECUTE*), stanu rejestrów 1-bitowych (*EXTEND*, *OVERFLOW*) oraz *PARITY* (opcja).

W ten sposób poznałem działanie minikomputera HP2114B w stopniu, który uznałem za wystarczający, aby przejść do następnej fazy projektu.

SHIFT-ROTATE GROUP							
ALS							
ARS							
RAL							
RAR	CLE		SLA				
ALR							
ERA							
ELA							
ALF							
BLS							
BRS							
RBL							
RBR	CLE		SLB				
BLR							
ERB							
ELB							
BLF							
ALTER SKIP GROUP							
CLA		CLE					
CMA	SEZ	CME	SSA	SLA	INA	SZA	RSS
CCA		CCE					
CLB		CLE					
CMB	SEZ	SME	SSB	SLB	INB	SZB	RSS
CCB		CCE					

Fig.12 Sposób kompletowania mikroinstrukcji minikomputera *HP2114B* (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

PHASE		TIME PERIODS							
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		.25 $\mu$ Sec		.50	.75	1.0	1.25	1.50	1.75
		READ (Mem to TR)			WRITE (TR to Mem)				
FETCH (JMP)	1	Clear TR	Clear IR	TR(10-15) - IR (Set Functions)			If Z: 0 - P	If Z: 0 - M (10-15) If D: TR - P, M (0-9) and set PH1 If I: TR - M (0-9) and set PH2	
INDIRECT (JMP)	2	Clear TR						If D: TR - P, M and set PH1 If I: TR - M and set PH2	
FETCH	1	Clear TR	Clear IR	TR(10-15) - IR (Set Functions)				TR - M (0-9) If Z: 0 - M (10-15) If I: Set PH2 If D: Set PH3	
INDIRECT	2	Clear TR						TR - M If I: Set PH2 If D: Set PH3	
EXECUTE AND	3	Clear TR			Read A - R Bus Read TR - S Bus Store T Bus (ANF) - A			Read P - R Bus Read "1" - S Bus Store T Bus (ADF) - P, M Set PH1	
XOR		Clear TR			A (EOF) TR - A			P+1 - P, M Set PH1	
IOR		Clear TR			A (IOF) TR - A			P+1 - P, M Set PH1	
JSB		Clear TR Inhibit Mem. Data	P+1 - TR		M - P			P+1 - P, M Set PH1	
ISZ		Clear TR			TR+1 - TR If C16: Set Carry Inhibit Write		Write (Add 0.5 $\mu$ Sec)	P+1+ Carry - P, M Set PH1	
ADA/B		Clear TR			If A: A (ADF) TR - A If B: B (ADF) TR - B If C16: Set E			P+1 - P, M Set PH1	
CPA/B		Clear TR			If A: A (EOF) TR - T Bus If B: B (EOF) TR - T Bus If T Bus not zero, set Carry			P+1 - Carry - P, M Set PH1	
LDA/B		Clear TR			If A: TR - A If B: TR - B			P+1 - P, M Set PH1	
STA/B		Clear TR Inhibit Mem. Data	If A: A - TR If B: B - TR					P+1 - P, M Set PH1	

Fig.13 Implementacja rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków (wg „A Pocket Guide to HP Computers”)



		TIME PERIODS							
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		.25 $\mu$ Sec	.50	.75	1.0	1.25	1.50	1.75	2.0
		<b>READ (Mem to TR)</b> 				<b>WRITE (TR to Mem)</b> 			
<b>FETCH</b>	1	Clear TR	Clear IR	TR (10-15) - IR	Execute			P +1 +Carry - P, M Set PH1	
<b>SHIFT-ROTATE INSTRUCTIONS</b>	T3		T4			T5			
	<u>All Shifts and Rotates</u> Read A or B - R Bus Shift R Bus - T Bus Store T Bus - A or B		<u>Clear E and Skips</u> If TR5 = 1 - CLE If TR3 = 1 (SLA/B): Read A or B - R Bus If RB0=0 - Set Carry			<u>All Shifts and Rotates</u> Read A or B - R Bus Shift R Bus - T Bus Store T Bus - A or B			
	<b>CLA/B:</b> No Read (R Bus all zeros) Store T Bus (EOF) - A/B		<b>*SSA/B:</b> Read A/B - R Bus Set Carry if RB15=0 and TR0=0, or RB15=1 and TR0=1			<b>SZA/B:</b> Read A/B - R Bus (IOF) - T Bus Set Carry if T Bus all zeros and TR0 = 0, or if T Bus all ones and TR0 = 1			
	<b>CMA/B:</b> Read A/B - R Bus Store T Bus (CMF) - A/B		<b>*SLA/B:</b> Read A/B - R Bus Set Carry if RB0 = 0 and TR0 = 0, or RB0 = 1 and TR0 = 1						
	<b>CCA/B:</b> No Read (R Bus all zeros) Store T Bus (CMF) - A/B		<b>INA/B:</b> Read A/B - R Bus Read "1" - S Bus Store T Bus (ADF) - A/B If C16: Set E						
	<b>SEZ:</b> Set Carry if E = 0 and TR0 = 0, or E = 1 and TR0 = 1								
	<b>CLE:</b> Reset E Flip-flop								
	<b>CME:</b> Complement E Flip-flop								
<b>CCE:</b> Set E Flip-flop					* Combination of SSA/B, SLA/B, and RSS is a special case; see text.				

Fig.14 Implementacja rozkazów operacji na rejestrach (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

PHASE		TIME PERIODS							
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		.25 $\mu$ Sec	.50	.75	1.0	1.25	1.50	1.75	2.0
PHASE		READ (Mem to TR)			WRITE (TR to Mem)				
FETCH	1								
HLT		Clear TR	Clear IR	TR(10-15) - IR					P+1 - P, M Reset Run FF
STF		Clear TR	Clear IR	TR - IR	Set Flag: Select Code				P+1 - P, M Set PH1
CLF		Clear TR	Clear IR	TR - IR	Set Flag: Select Code	Clear Flag: Select Code			P+1 - P, M Set PH1
SFC		Clear TR	Clear IR	TR - IR	SFC - Interface	SKF - Carry			P+1+Carry - P, M Set PH1
SFS		Clear TR	Clear IR	IR - IR	SFS - Interface	SKF - Carry			P+1+Carry - P, M Set PH1
MIA/B		Clear TR	Clear IR	TR - IR		Read A/B - R Bus Buffer - S Bus Store T Bus (IOF) - A/B	TR9: CLF		P+1 - P, M Set PH1
LIA/B		Clear TR	Clear IR	TR - IR		Buffer - S Bus Store T Bus (IOF) - A/B	TR9: CLF		P+1 - P, M Set PH1
OTA/B		Clear TR	Clear IR	TR - IR		Read A/B - R Bus R Bus - Buffer	TR9: CLF		P+1 - P, M Set PH1
STC		Clear TR	Clear IR	TR - IR		Set Control (Sel. Code)			P+1 - P, M Set PH1
CLC		Clear TR	Clear IR	TR - IR		Clr. Control (Sel. Code)			P+1 - P, M Set PH1
STO		Clear TR	Clear IR	TR - IR	STF - Overflow				P+1 - P, M Set PH1
CLO		Clear TR	Clear IR	TR - IR		CLF - Overflow			P+1 - P, M Set PH1
SOC		Clear TR	Clear IR	TR - IR	SFC - OVF	SKF - Carry			P+1+Carry - P, M Set PH1
SOS		Clear TR	Clear IR	TR - IR	SFS - OVF	SKF - Carry			P+1+Carry - P, M Set PH1
INTERRUPT	4		Read P - R Bus Store T Bus (CMF) - P	Read P - R Bus Read "1" - S Bus Store T Bus (ADF) - P	Read P - R Bus Store T Bus (CMF) - P			Reset M (6-15) Store T Bus (0-5) - M Set PH1	

Fig.15 Implementacja rozkazów wejścia/wyjścia (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

**AND.** The Fetch phase for the AND instruction is the same as for all other Memory Reference instructions listed below it in Figure 3.12, with the exception that different functions will be set up at T2. This phase begins in the same way as for JMP: the T-Register is cleared at time T0, the Read memory cycle reads the instruction word into the T-Register, the Instruction Register is cleared during T1, and T-Register Bits 10 through 15 (instruction code) are transferred into the Instruction Register at T2. At this time all necessary functions for this instruction are set up, to be used at the appropriate times. During T6 and T7, T-Register Bits 0 through 9 (memory address portion of the instruction word) are transferred into the corresponding bits of the M-Register (via S and T Buses). If the Zeropage indicator is present (Bit 10 of the Instruction Register is a zero), a "Reset M(10-15)" command clears Bits 10 through 15 of the M-Register.

Unlike the JMP instruction, an Execute or an Indirect phase must follow the Fetch phase of an AND instruction. (Execute never occurs for JMP; Indirect is optional.) If Bit 15 of the T-Register is zero (for Direct), Phase 3 (Execute) is set. Assume an Indirect phase is required (Bit 15 = 1). (If the Direct condition exists, the action of the next paragraph would be skipped.)

The Indirect phase begins by clearing the T-Register during T0. Then a new word is read into the T-Register from the memory location specified by the M-Register. This word is an address, not data, since indirect addressing really means: "go to another location for the data". During T6 and T7 of the Indirect phase, this address is transferred from the T-Register to the M-Register (all 16 bits). Note that it is possible for Bit 15 to again specify Indirect addressing; if so, Phase 2 remains set and the procedure of this paragraph is repeated, and could be repeated several times. When Bit 15 is a zero (Direct), Phase 3 is set.

The Execute phase begins by clearing the T-Register. The Instruction Register remains unchanged, since the various functions are still needed. This time, the Read portion of the memory cycle reads data from memory into the T-Register. During T3 and T4, this data is read onto the S Bus and the A-Register contents are read onto the R Bus. The "and" function (ANF) previously set up by the Instruction Register, now combines the data on the two buses by "anding". The result on the T Bus is then stored into the A-Register.

To advance the computer to the next instruction, the P and M Registers must be incremented by one. This is done during T6 and T7 of the Execute phase. It is accomplished by reading the P-Register onto the R Bus and a "one" onto the S Bus, then adding the two buses (Add Function: ADF) and storing the result into the P and M Registers.

Fig.16 Opis realizacji rozkazu AND iloczynu logicznego (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

**LDA/B.** During T3 and T4, the information read into the T-Register by the Read portion of the memory cycle is simply transferred to either the A or B Register via the S and T Buses.

**STA/B.** Like JSB, the STA/B instruction (Store A or B) deposits new information into a memory cell, with no concern for the existing memory contents. The memory data read out during the Read portion of the memory cycle is therefore inhibited while the A or B Register contents are read and stored into the T-Register (during T1 and T2). The Write portion of the memory cycle deposits this information into memory.

Fig.17 Opis realizacji rozkazów *LOAD* i *STORE* (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

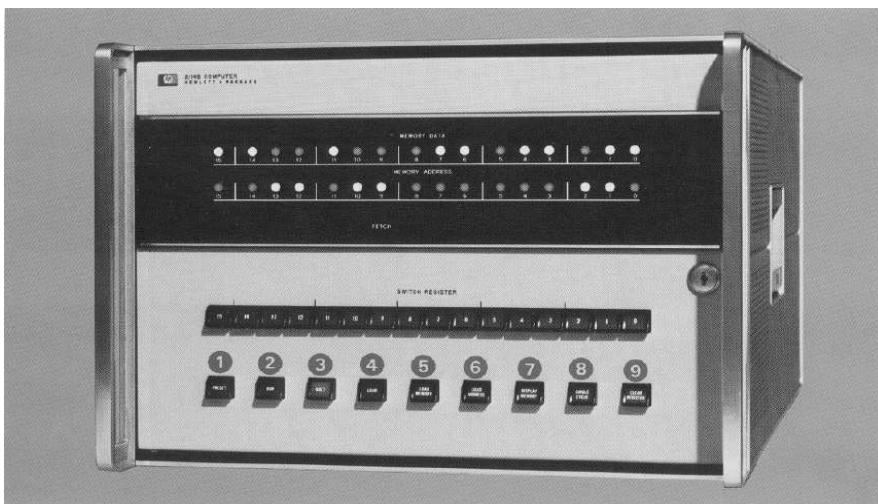


Fig.18 Pulpit sterowania minikomputera HP2114B (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

- 1 **PRESET.** Presets the computer to Fetch phase, turns off interrupt system, resets parity error indication.
- 2 **RUN.** Starts operation at the current state of the registers.
- 3 **HALT.** Stops computer operation at end of current phase.
- 4 **LOAD.** Sets program counter to starting address of Absolute Binary Loader; enables and activates the protected Loader which then loads a program into memory; detects a computer halt after the program is loaded and protects the loader. The ultimate in ease of loading for a small computer.
- 5 **LOAD MEMORY.** Transfers Switch Register contents into the memory location specified by the M-Register.
- 6 **LOAD ADDRESS.** Transfers Switch Register contents into the Memory Address Register and Program Counter.
- 7 **DISPLAY MEMORY.** Displays in the Memory Data Register the contents of the address specified in the Memory Address Register.
- 8 **SINGLE CYCLE.** Steps program one machine cycle.
- 9 **CLEAR REGISTER.** Clears switch register to all zeros.

Fig.19 Opis przycisków sterujących pulpitu minikomputera *HP2114B* (wg „A Pocket Guide to HP Computers)

### Realizacja projektu

Najważniejsze było uzyskanie pełnej zgodności logicznej z minikomputerem *HP2114B*, co sprowadzało się do pełnej zgodności listy rozkazów, faz oraz ich stanów początkowych i końcowych. I właściwie mogłem poprzestać na tym jednym jedynym najważniejszym celu, ale dla własnej inżynierskiej satysfakcji chciałem uzyskać nie gorsze parametry niż posiadał amerykański oryginał, zarówno w zakresie szybkości działania (czasu trwania cyklu maszynowego), ale również gabarytów i masy. Ważne dla mnie było również uzyskanie dużej niezawodności i odporności na zakłócenia, ponieważ zawodność i mała odporność na zakłócenia dawały się nam mocno we znaki w kopalni *JAN*, a mnie te zagadnienia interesowały coraz bardziej.

Wierzyłem, że możliwe jest uzyskanie pełnej zgodności logicznej z minikomputerem *HP2114B*, ale wiedziałem też, że nie będzie łatwo osiągnąć pozostałe cele, bo istnieją ograniczenia wynikające z przynależności Polski do sowieckiej strefy wpływów, skutkujące ograniczonym dostępem do najnowszych ówczesnie osiągnięć technologicznych. Dysponowałem jedynie elementami scalonymi podstawowej oraz w ograniczonym zakresie, średniej skali integracji. W ówczesnych warunkach i tak nie mogłem narzekać, ponieważ dzięki *ZKMPW* dysponowałem elementami firm *SECOSEM* i *TEXAS INSTRUMENTS*.

W zakresie mechaniki nie miałem wyboru. Do dyspozycji był standard *CAMAC* rozpowszechniany przez *POLON*, a wykorzystywany przez *ZEG* Tychy w systemie transmisji *TFF*, minikomputerze *MKJ-25* i urządzeniu sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem *UZO-4*. Podobnie w zakresie pamięci do wyboru miałem tylko produkt firmy *TECHTRA*, od której *ZKMPW* kupowało pamięci ferrytowej o pojemności 8k słów 16 bitowych do minikomputera *MKJ-25* stosowanego w systemie kompleksowej automatyzacji *S*.

Realizację projektu zacząłem od modyfikacji schematu logicznego minikomputera. Rozdzieliłem funkcje rejestru *SWITCH* zastępując go rejestrem indykacji *W* służącym do wyświetlania danych oraz rejestrem przełączników *S* służącym do wprowadzania danych,

Zachowałem zasadę przepływu adresów i danych oraz pozostałe rejestry robocze i magistralne (Fig.20). Uprościłem pulpit sterowania minikomputera rezygnując z 16 bitowych wyświetlaczy stanu rejestrów  $M$  i  $T$ . Zapewniłem możliwość odczytywania ich stanów za pośrednictwem rejestru indykacji  $W$ .

Wprowadziłem również dwukierunkową magistralę  $IOB$  do przekazywania danych pomiędzy kartami interfejsu a procesorem, podczas gdy w  $HP2114B$  procesor wyprowadzał dane do kart interfejsu przez magistralę  $R$ , a pobierał przez magistralę  $T$ .

Następnie zająłem się przebiegiem realizacji poszczególnych rozkazów minikomputera. Fazy oraz ich następstwo pozostawiłem niezmienione, ale po analizie doszedłem do wniosku, że zbędne są takty  $T0$  i  $T6$ . Postanowiłem jednak zaprojektować układ taktowania tak by w razie potrzeby można w łatwy sposób przywrócić ich wykonywanie, gdyby okazało się po uruchomieniu prototypu, że pomyliłem się w swej ocenie. Wynikiem tego etapu mojej pracy była tablica implementacji rozkazów rozpisana na poszczególne fazy i takty podstawowe (Fig.21-23) oraz podobna tablica dla operacji wykonywanych z pulpitu sterowania (Fig.24). Ostatnia była konieczna z powodu zrezygnowania z 16 bitowych wyświetlaczy stanu rejestrów  $M$  i  $T$  na pulpicie sterowania.

Jak widać z tych tablic na wykonanie poszczególnych rozkazów składają się ciągi mikrooperacji polegające we większości przypadków na:

- podaniu stanu wybranego rejestru na wejście arytmometru za pośrednictwem magistrali – odpowiada temu w tabelach 3-znakowe wyrażenie zaczynające się literą  $P$ , w którym następne dwa znaki określają rejestr; przykładowo  $PTR$  oznacza podanie stanu rejestru  $T$  na wejście arytmometru za pośrednictwem magistrali  $S$ ,
- wybraniu funkcji realizowanej przez arytmometr – odpowiada temu w tabelach wyrażenie  $ALU$ ; przykładowo  $ALU: \{TB\}=\{RB\}\&\{SB\}$  oznacza wybranie funkcji iloczynu logicznego stanów magistrali  $R$  i  $S$ ,
- wpisaniu stanu magistrali  $T$  do rejestru przeznaczenia - odpowiada temu w tabelach 3-znakowe wyrażenie zaczynające się literą  $W$ , w którym następne dwa znaki określają rejestr; przykładowo wyrażenie  $WPR$  oznacza wpisanie do rejestru  $P$  stanu magistrali  $T$ .

Następnie zająłem się układową realizacją arytmometru, rejestrów, magistrali, a także układów realizujących przesunięcia i rotacje.

Arytmometr - wykorzystałem elementy  $SN74181$ , scalone, 4-bitowe jednostki, a ponieważ te realizowały po 16 operacji arytmetycznych i logicznych musiałem zdefiniować zakres ich wykorzystania. Już podczas tworzenia tablic realizacji rozkazów doszedłem do wniosku, że mogę się ograniczyć do 9. następujących funkcji:

- odejmowania jedynki od stanu magistrali  $R$   $\{TB\}=\{RB\}-1$  podczas dekrementowania licznika operacji  $P$  w fazie przerwania,
- sumy logicznej stanów magistrali  $R$  i  $S$   $\{TB\}=\{RB\}+\{SB\}$  podczas realizacji rozkazów  $IOR$ ,  $MIA/B$  i  $OTA/B$ ,
- iloczynu logicznego stanów magistrali  $R$  i  $S$   $\{TB\}=\{RB\}\&\{SB\}$  podczas realizacji rozkazu  $AND$ ,
- sumy modulo 2 stanów magistrali  $R$  i  $S$   $\{TB\}=\{RB\}\oplus\{SB\}$  podczas realizacji rozkazów  $XOR$  i  $CPA/B$ ,
- negacji stanu magistrali  $R$   $\{TB\}=\{!RB\}$  podczas realizacji rozkazu  $CMA/B$ ,
- powtórzenia stanu magistrali  $S$   $\{TB\}=\{SB\}$  podczas realizacji rozkazu  $LDA/B$  i  $LIA/B$ ,
- iloczynu logicznego zanegowanego stanu magistrali  $R$  i stanu magistrali  $S$   $\{TB\}=\{!RB\}\&\{SB\}$  podczas realizacji rozkazu  $CLA/B$ ,
- zanegowanego iloczynu logicznego stanów magistrali  $R$  i  $S$   $\{TB\}=\{!(RB)\&\{SB\}$  podczas realizacji rozkazu  $CCA/B$ ,

oraz sumy arytmetycznej  $\{TB\}=\{RB\}plus\{SB\}$  we wszystkich pozostałych przypadkach.

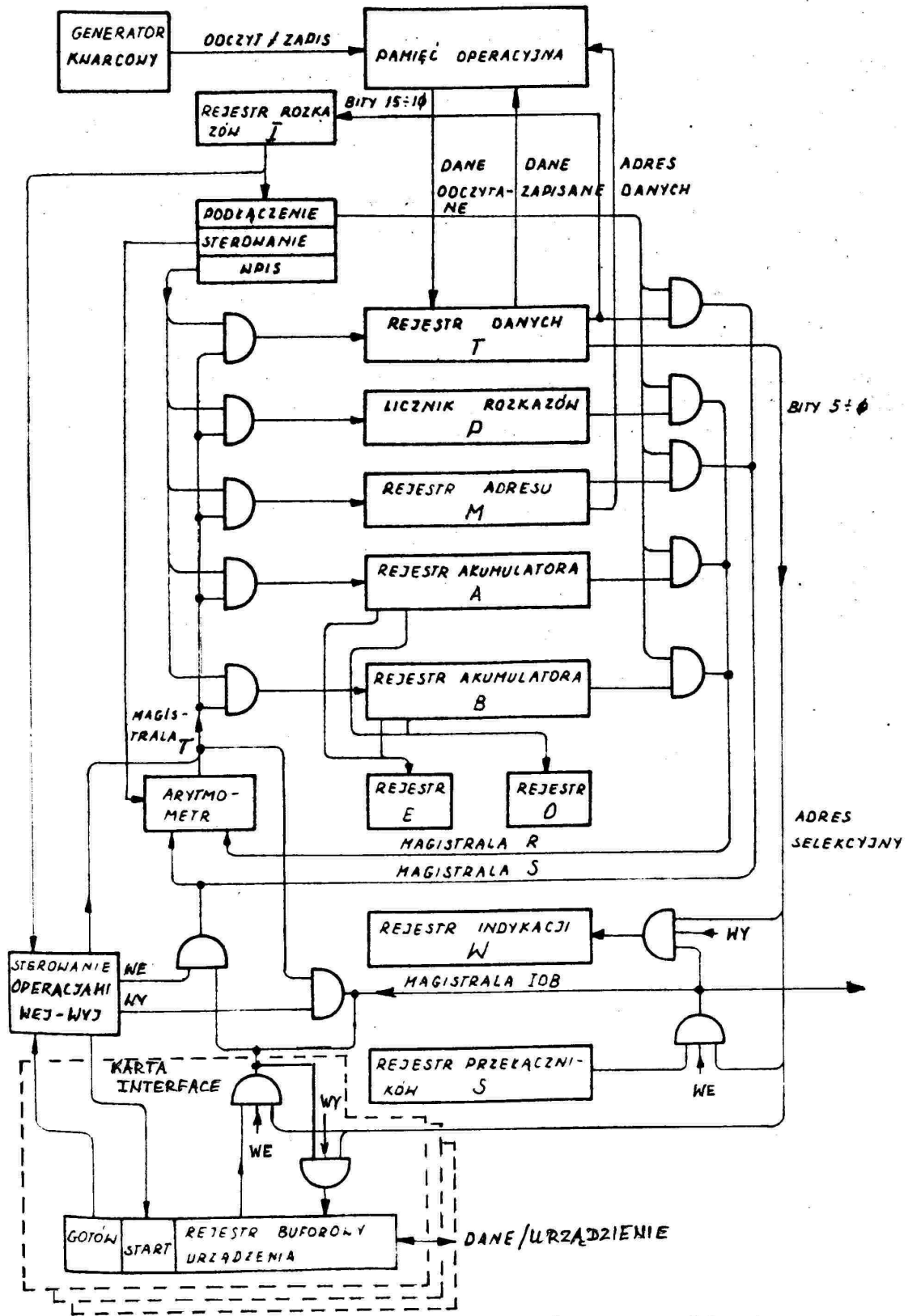


Fig.20 Schemat logiczny minikomputera

Grupa rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków							
		TAKTY					
		Cykl odczytu PAO		Cykl zapisu PAO			
ROZKAZ	Faza	T1	T2	T3	T4	T5	T7
JMP	PH1	ZTR ZCR	STR	WIR			PTR9 Z: WPR14 WMR14 D: WPR9 WMR9 ustaw PH1 I: ustaw PH2
JMP	PH2	ZTR ZCR	STR				PTR WPR WMR14 D: WPR ustaw PH1 I: ustaw PH2
Pozostałe rozkazy grupy komunikacji z PAO	PH1	ZTR ZCR	STR	WIR			PTR9 WMR9 Z: WMR14 D: ustaw PH3 I: ustaw PH2
Pozostałe rozkazy grupy komunikacji z PAO	PH2	ZTR ZCR	STR				PTR WPR WMR14 D: ustaw PH3 I: ustaw PH2
AND	PH3	ZTR ZCR	STR	PAR, PTR, ALU: {TB} = {RB} & {SB}			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				WRA			
IOR	PH3	ZTR ZCR	STR	PAR, PTR, ALU: {TB} = {RB} or {SB}			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				WRA			
XOR	PH3	ZTR ZCR	STR	PAR, PTR, ALU: {TB} = {RB} xor {SB}			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				WRA			
AD*	PH3	ZTR ZCR	STR	P*R, PTR			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				W*R, WER WOR			
CP*	PH3	ZTR ZCR	STR	P*R, PTR, ALU: {TB} = {RB} xor {SB}			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				WCR			
LD*	PH3	ZTR ZCR	STR	P*R, PTR, ALU: {TB} = {SB}			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
ST*	PH3	ZTR ZCR	P*R WTR				PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
JSB	PH3	ZTR ZCR	PPR, PCR WTR	PMR, ALU: {TB} = {SB}			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				WPR			
ISZ	PH3	ZTR ZCR	STR	PTR			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				Cn=1, WTR WCR			
Adres 0/1	PH3	ZTR ZCR	P*R WTR	ISZ: WR*	WR*		

\* A/B

Fig.21 Implementacja rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków



Grupa rozkazów operacji na rejestrach							
TAKTY							
		Cykl odczytu PAO		Cykl zapisu PAO			
ROZKAZ	Faza	T1	T2	T3	T4	T5	T7
Podgrupa rozkazów przesunięć i rotacji							
NOP  L*F, L*R, R*R, R*L, *RS, *LS, ER*, EL*	PH1	ZTR ZCR	STR	WIR			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				P*R			
				TR9=1: relizacja rozkazu W*R, WER		TR4=1: relizacja rozkazu W*R, WER	
CLE					WER		
SL*					{RB0} = 0: WCR		
Podgrupa rozkazów operacji na rejestrach i skoków							
CL*  CM*  CC*  CLE CME CCE  IN*  SZ*  SEZ SS* SL* RSS	PH1	ZTR ZCR	STR	WIR			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
				P*R			
				ALU: {TB}={!RB}&{SB} W*R			
					WER		
					Cn=1, W*R		
						{TB}=0 WCR	
					WCR (T <sup>o</sup> takt dodatkowy pomiędzy T3 a T4)		

\* A/B

Fig.22 Implementacja rozkazów operacji na rejestrach

Grupa rozkazów wejścia wyjścia								
		TAKTY						
		Cykl odczytu PAO			Cykl zapisu PAO			
ROZKAZ	Faza	T1	T2	T3	T4	T5	T7	
HLT STF CLF SFS SFC STC CLC MI*  LI*  OT*	PH1	ZTR ZCR	STR	WIR			PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1	
						P*R		
				STF				
				SKF WCR		CLF		
						STC		
						CLC		
						ALU: {TB}={RB}+{SB} IOI W*R		
						ALU: {TB}={SB} IOI W*R		
						ALU: {TB}={RB}+{SB} WAI IOO W*R		
		PRZERWANIE	PH4		PPR ALU: {TB}={RB}-1 WPR			

\* A/B

Fig.23 Implementacja rozkazów wejścia wyjścia

Operacje wykonywane z pulpitu sterowania							
		TAKTY					
		Cykl odczytu PAO			Cykl zapisu PAO		
OPERACJA	Faza	T1	T2	T3	T4	T5	T7
ODCZYT stanu komórki PAO o adresie w MR	PH3	ZTR ZCR	STR		PTR WWR		PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
WPIS do komórki PAO o adresie w MR	PH3	ZTR ZCR	PSR WTR				PPR, PCR WPR, WMR ustaw PH1
ODCZYT stanu *		ZCR			P*R WWR		
ODCZYT stanu M		ZCR			PMR WWR		
WPIS do *		ZCR	PSR W*R		P*R WWR		
WPIS do M		ZCR	PSR WMR WPR		PMR WWR		

\* A/B

Fig.24 Implementacja operacji wykonywanych z pulpitu sterowania

Zwróciłem uwagę na różnicę częstości występowania poszczególnych funkcji. Pamiętając o upraszczaniu struktur i minimalizacji liczby elementów przyjąłem, że funkcja występująca najczęściej – suma arytmetyczna - powinna być funkcją spoczynkową, występującą zawsze wtedy, kiedy nie jest realizowana żadna z pozostałych funkcji. Takie podejście znakomicie uprościło układ sterowania arytmmometru (Fig. 25). Uzyskałem to przez zastosowanie logiki negatywowej oraz elementów *NOR* dla sygnałów sterujących arytmmometr *S3*, *S0* a logiki pozytywowej i elementów *NAND* dla *M*, *S2*, *S1*. Pozwoliło to ograniczyć strukturę układu sterowania do detekcji 8 przypadków, w których arytmmometr zrealizować miał inną niż spoczynkowa funkcję.

Lp.	Funkcja	Sygnały sterujące arytmmometru					Przypadki występowania
		M	S3	S2	S1	S0	
1	TB = RB plus SB	L	H	L	L	H	Funkcja spoczynkowa
2	TB = RB minus 1	L	L	L	L	L	PH4 & T2
3	TB = RB + SB	H	H	L	H	H	IOR & PH3 & T35 + (MI* + OT*) & T35
4	TB = RB&SB	H	H	H	H	L	AND & PH3 & T35
5	TB = RB modulo2 SB	H	H	L	L	H	(XOR + CP*) & PH3 & T35
6	TB = !RB	H	L	L	L	L	CM* & T3
7	TB = SB	H	H	L	H	L	(JSB + LD*) & PH3 & T35 + LI* & T35
8	TB = !RB&SB	H	H	L	L	L	CL* & T3
9	TB = !(RB&SB)	H	L	L	L	H	CC* & T3
	Cn=1						ISZ & PH3 & T3 + IN* & T4

Fig. 25 Struktura układu sterowania arytmmometru  
Legenda: Wytłuszczeniem zaznaczono zmieniane stany

Rejestr P – licznik rozkazów zrealizowałem na przerzutnikach typu *D* wykorzystując elementy *SN74174* i *SN7474*. Pierwszy z nich zawierał 6, a drugi 2 takie przerzutniki. Konieczne było rozdzielenie sterowania wpisu oddzielnie do 5 starszych (bity 14-10) i 10 młodszych (bity 9-0) bitów rejestru (Fig.26), co wynikało ze stronicowego sposobu adresowania pamięci operacyjnej.

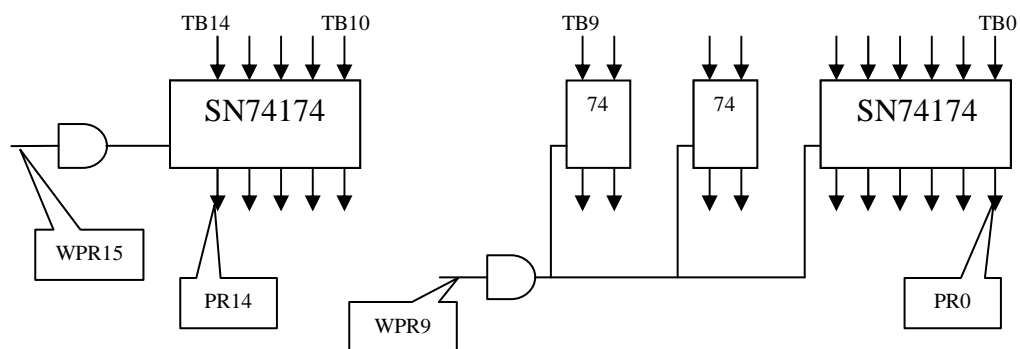


Fig. 26 Realizacja rejestru P – licznika rozkazów  
Legenda: WPR15 – sygnał wpisu do rejestru P bity 14-10, WPR9 – sygnał wpisu do rejestru P bity 9-0,  
TB<sub>i</sub> – magistrala T bit i, PR<sub>i</sub> – stan rejestru P bit i

Rejestr M – adresu pamięci operacyjnej zrealizowałem na przerzutnikach typu *LATCH* wykorzystując elementy *SN7475*. Również w tym przypadku konieczne było rozdzielenie sterowania wpisu oddzielnie do 5 starszych (bity 14-10) i 10 młodszych (bity 9-0) bitów rejestru (Fig.27). Wynikało to ze stronicowego sposobu adresowania pamięci operacyjnej.

Rejestr  $T$  – zawartości pamięci operacyjnej zrealizowałem na przerzutnikach typu  $D$  wykorzystując elementy  $SN7474$  (Fig.28). W tym przypadku konieczne było rozdzielenie sterowania wpisu danych odczytanych z pamięci operacyjnej (wejścia statyczne  $R,S$ ) i danych wynikowych z magistrali  $T$  (wejścia dynamiczne  $D, T$ ).

Rejestry  $A$  i  $B$  – akumulatory zrealizowałem na 8-bitowych rejestrach wykorzystując elementy  $SN74198$  (Fig.29).

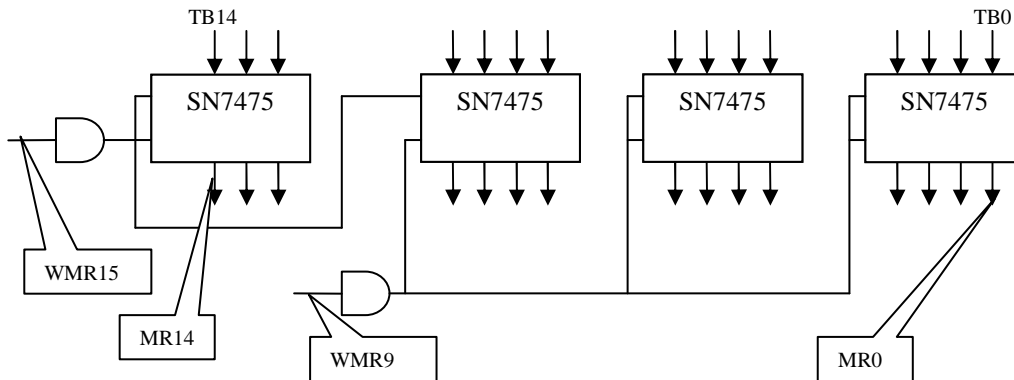


Fig. 27 Realizacja rejestru  $M$  – adresu pamięci operacyjnej

Legenda: WMR15 – sygnał wpisu do rejestru  $M$  bity 14-10, WMR9 – sygnał wpisu do rejestru  $M$  bity 9-0, TBi – magistrala  $T$  bit  $i$ , MRi – stan rejestru  $M$  bit  $i$

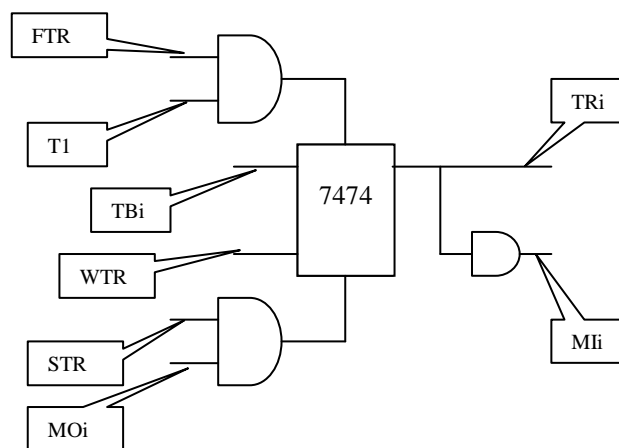


Fig. 28 Realizacja rejestru  $T$  – zawartości pamięci operacyjnej

Legenda: WTR, STR – sygnały wpisu do rejestru  $T$  bity 15-0, MOi – dane z PAO bit  $i$ , Mi – dane do PAO bit  $i$ , TBi – magistrala  $T$  bit  $i$ , TRi – stan rejestru  $T$  bit  $i$ , FTR – fazy PH1, PH2, PH3, T1 – takt 1

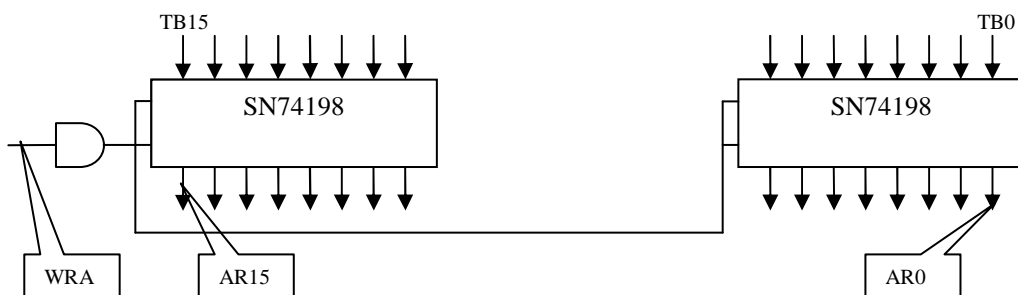


Fig. 29 Realizacja rejestru A (podobnie rejestru B) – akumulatora

Legenda: WRA – sygnał wpisu do rejestru A bity 15-10, TB<sub>i</sub> – magistrala T bit i, AR<sub>i</sub> – stan rejestru A bit i,

Podłączanie poszczególnych rejestrów do magistrali zrealizowałem za pomocą multiplexerów wykorzystując elementy typu SN74153. Multiplexery utworzyły dwie 4-wejściowe, 16-bitowe przełącznice. Wyjścia pierwszej przełącznicy tworzyły magistralę S (Fig.30), a drugiej magistralę R' - przed przełączeniem bitów (Fig.31). Wykorzystałem tylko 3 wejścia każdego multipletsera, 4. umożliwiło podawanie stanu zerowego na magistrale S i R.

Realizacja magistrali S – bit i (SN74153)

Wybór		Wejścia				Wy	Realizowana funkcja
B	A	D3	D2	D1	D0	Y <sub>i</sub> =S <sub>i</sub>	
L	L				0	0	Stan zerowy
L	H			TR <sub>i</sub>		TR <sub>i</sub>	Stan rejestru T, bit i
H	L		MR <sub>i</sub>			MR <sub>i</sub>	Stan rejestru M, bit i
H	H	IOB <sub>i</sub>				IOB <sub>i</sub>	Stan magistrali IOB, bit i

Fig. 30 Realizacja magistrali S – przełącznica 1

Realizacja magistrali R' – bit i (SN74153)

Wybór		Wejścia				Wy	Realizowana funkcja
B	A	D3	D2	D1	D0	Y <sub>i</sub> =R' <sub>i</sub>	
L	L				0	0	Stan zerowy
L	H			AR <sub>i</sub>		AR <sub>i</sub>	Stan rejestru A, bit i
H	L		BR <sub>i</sub>			BR <sub>i</sub>	Stan rejestru B, bit i
H	H	PR <sub>i</sub>				PR <sub>i</sub>	Stan rejestru P, bit i

Fig. 31 Realizacja magistrali R' – przełącznica 2

Pozostał problem realizacji przesunięć i rotacji. Początkowo chciałem wykorzystać możliwości elementów SN74198 i przesuwać ich zawartość. W końcu uznałem to rozwiązanie za zbyt skomplikowane i zdecydowałem się na przełączanie bitów. Po prostu pomiędzy wyjściem przełącznicy 2 a wejściem arytmometru wstawiłem przełącznicę bitów. Przełącznicę dla bitów od 14. do 1. tworzyły multiplexery tego samego typu, którego użyłem w przełącznicach 1 i 2, natomiast dla bitów 15 i 0 multiplexery 8-wejściowe typu SN74151 (Fig.32).

Po tych wstępnych przemyśleniach sprzętowych oceniłem, że procesor minikomputera będzie się składał 5 modułów funkcjonalnych:

- taktowania zawierający układy generowania taktów  $T_i$  i faz  $PH_j$ ),
- dekodera rozkazów zawierający rejestr rozkazów  $I$ , dekodery grup rozkazów, dekodery rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków, układy sterowania: przełącznicy 1, przełącznicy 2, przełącznicy bitów i arytmometru, a także układy generacji sygnałów wpisu do rejestrów  $A, B, M, P$  i  $T$ ,
- arytmometru i rejestrów zawierający rejestry:  $A, B, M, P$  i  $T$ , arytmometr, przełącznice 1 i 2 oraz przełącznicę bitów,
- sterowania operacji wejścia-wyjścia zawierający dekodery rozkazów wejścia wyjścia i adresów selekcyjnych, rejestr adresu przerwania, układy sterowania przerwaniami oraz wprowadzania i wyprowadzania danych,
- współpracy z pulpitem sterowania.

#### Realizacja przełącznicy bitów – bit 15 (SN74151)

Wybór			Wejścia $R'_{15}$								Wy	Realizowana funkcja	
C	B	A	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	$Y_{15}=R_{15}$		
L	L	L									B15	B15	Powtórzenie bitu 15
L	L	H									B14	B14	Przesunięcie w lewo o 1
L	H	L									B11	B11	Przesunięcie w lewo o 4
L	H	H					0				0	0	Zerowanie bitu 15
H	L	L				B0					B0	B0	Przesunięcie w prawo o 1
H	L	H											
H	H	L		ER								ER	Rejestr E na pozycję bitu 15
H	H	H											

#### Realizacja przełącznicy bitów – bity 14-1 (SN74153)

Wybór		Wejścia $R'_i$				Wy	Realizowana funkcja	
B	A	D3	D2	D1	D0	$Y_i=R_i$		
L	L					$B_i$	$B_i$	Powtórzenie bitu $i$
L	H			$B_{i-1}$			$B_{i-1}$	Przesunięcie w lewo o 1
H	L		$B_{i+1}$				$B_{i+1}$	Przesunięcie w prawo o 1
H	H	$B_{i-4}$					$B_{i-4}$	Przesunięcie w lewo o 4

#### Realizacja przełącznicy bitów – bit 0 (SN74151)

Sterowanie			Wejścia $R'_0$								Wy	Realizowana funkcja	
C	B	A	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	$Y_i=R_0$		
L	L	L									B0	B0	Powtórzenie bitu 0
L	L	H											
L	H	L									ER	ER	Rejestr E na pozycję bitu 0
L	H	H								B12		B12	Przesunięcie w lewo o 4
H	L	L				B1						B1	Przesunięcie w prawo o 1
H	L	H			B15							B15	Przesunięcie w lewo o 1
H	H	L		0								0	Zerowanie bitu 0
H	H	H											

Fig. 32 Realizacja przesunięć i rotacji – przełącznica bitów

Wybór zespołu projektowego był dla mnie decyzją trudną. Najchętniej wszystko zrobiłbym sam. Najlepiej znałem funkcjonowanie minikomputera *HP214B* i nie chciałem

tracić czasu na przekazywanie tej wiedzy. Zdawałem sobie jednak sprawę, że to nierealne, bo nie mogę rozwlekać całego projektu w czasie ponad miarę. Cel projektu powinien być osiągnięty jak najprędzej. W końcu zdecydowałem jednak gros prac projektowych wykonać sam, ponieważ po naszkicowaniu koncepcji całości wydawało mi się to możliwe. Ostatecznie zdecydowałem się na wykorzystanie jednego z kolegów do zaprojektowania dekodera rozkazów. Zdecydowała o tym przede wszystkim możliwość precyzyjnego zdefiniowania funkcji realizowanych przez dekodera. Wybrałem Marka Mokrosza, którego poznałem już z dobrej strony w czasie dotychczasowej współpracy i do którego miałem pełne zaufanie. Nie bez znaczenia był też fakt, że podobnie jak ja nie był mocno zaangażowany w projekt systemu *S* realizowany w kopalni *SIERSZA*. Zespół projektowy uzupełniła Urszula Klepek, która kreśliła „na czysto” schematy ideowe pakietów, sporządzała niezbędne opisy oraz obsługiwała minikomputer *HP2114B* podczas weryfikowania niuansów działania poszczególnych rozkazów, jeśli tylko pojawiła się jakaś wątpliwość. Ceniłem sobie współpracę z Urszulą i miałem do niej pełne zaufanie.

Przyjąłem następujące metody i zasady projektowania, których sam przestrzegałem i których przestrzeganie egzekwowałem potem od wszystkich realizujących projekty kolejnych kart interfejsu minikomputera:

- upraszczanie układów tak, aby zrealizować wymagane funkcje przy pomocy jak najmniejszej liczby układów scalonych (dobra szkoła Jerzego Pilcha-Kowalczyka),
- separowanie wyjść przerzutników przed wyprowadzeniem ich na zewnątrz pakietu,
- zamykanie dróg obiegu adresów i danych wewnątrz pakietów.

Upraszczenie struktur było i jest najprostszą, znaną metodą podwyższania niezawodności, jeśli tylko dysponuje się odpowiednio niezawodnymi elementami. Takimi elementami były produkty firm *SESCOSEM* i *TEXAS INSTRUMENTS*.

O zaletach separowania wyjść przerzutników przekonałem się podczas poprzednich prac. Zauważyłem, że jeśli do wyjścia przerzutnika dołączony jest przewód długości nawet kilku centymetrów to każde załączenie/wyłączenie oświetlenia, każde użycie lutownicy pistoletowej itp. zdarzenie spowoduje zmianę stanu przerzutnika, jeśli tylko jego wyjście jest w stanie H (napięcie wyjściowe > niż 2.4 [V]). Winna temu była struktura stopnia wyjściowego przerzutników. Niezależnie od rodzaju przerzutnika (*D*, *J-K*, ...) w stopniu wyjściowym zawsze jest przerzutnik statyczny *R-S* zbudowany z odpowiednio połączonych bramek *NAND*, podatny na sterowanie „od tyłu”. W tym upatrywałem naszych kłopotów z zakłóceniami na kopalni *JAN*.

Zamknięcie obiegu adresów i danych w obrębie jednego modułu intuicyjnie uznałem za niesłychanie ważne. Uważałem, że tak newralgiczne, dla niezawodnego działania minikomputera, układy jak: arytmometr, rejestry i magistrale, powinny być szczególnie chronione przed wpływem zakłóceń.

Kierownik do naszych prac nie wtrącał się, ale jeśli miałem problem do przedyskutowania to zawsze mogłem liczyć na jego życzliwą pomoc. Koncepcję całości miałem „w głowie”, a z narysowania schematów blokowych modułów zrezygnowałem, poprzestając na szkicach pokazanych na Fig.25 – Fig.32. Początkowo oszacowałem liczbę modułów na pięć. Okazało się jednak, że arytmometr z rejestrami nie zmieści się na jednym module. Podzieliłem go więc na dwa moduły obejmujące odpowiednio młodszy (bity 7-0) i starszy bajt (bity 15-8) słowa maszynowego. Liczba pakietów wzrosła do sześciu. Wykorzystując uzyskaną swobodę, przygotowałem schematy ideowe 5 modułów, a Marek modułu dekodera rozkazów, tworzące razem procesor minikomputera. Stosowaliśmy intuicyjne metody zaprojektowania, sporadycznie wspomagając się metodami formalnymi – siatkami Karnaugh’a – poznanymi podczas słuchania wykładów z teorii automatów profesora Jerzego Sivińskiego. W moim przypadku dotyczyło to tylko optymalizacji dekodera

rozkazów grupy wejścia wyjścia. Większe możliwości w tym zakresie miał Marek, ale wynikało to ze specyfiki modułu, który projektował. Wykorzystał siatki Karnaugh'a do optymalizacji układów: sterowania arytmometru, przełącznic 1 i 2, przełącznicy bitów oraz dekodera grup rozkazów, rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków.

Cały proces powstawania prototypu przebiegał następująco. Zaprojektowałem schematy ideowe modułów współpracy z pulpitem sterowania oraz taktowania, które wydały mi się najprostsze. Schematy przekazałem Erykowi Losce i Witoldowi Klimondzie do zmontowania. Montaż przeprowadzono metodą krosowania na uniwersalnym obwodzie drukowanym standardu CAMAC.

W czasie, kiedy dwa pierwsze moduły były montowane zaprojektowałem schematy ideowe obydwu modułów rejestrów i arytmometru, a Marek zajął się dekoderm rozkazów. Miałem ułatwione zadanie, ponieważ obydwu moduły rejestrów były praktycznie identyczne. Różnice dotyczyły tylko najstarszego 15. i najmłodszego 0. bitu.

W tym czasie Eryk i Witek skończyli montaż pierwszych modułów. Dostali do zmontowania moduły rejestrów, a ja zająłem się wstępnym, statycznym uruchomieniem modułów już zmontowanych. Ponieważ nie zajęło to dużo czasu, bo ograniczało się do sprawdzenia działania pojedynczego modułu, mogłem zająć się projektem schematu ideowego modułu sterowania operacjami wejścia wyjścia. W tym czasie Urszula przerysowała schematy ideowe zmontowanych i uruchomionych modułów, uzupełniając je numerami wyprowadzeń poszczególnych elementów scalonych, które Eryk i Witek nanieśli podczas montażu modułów. Po zmontowaniu modułów rejestrów sprawdziłem i uruchomiłem je, do montażu poszły moduły dekodera rozkazów i sterowania operacjami wejścia wyjścia, a Urszula przerysowała i uzupełniła schematy ideowe modułów rejestrów i arytmometru. Po kolejnym powtórzeniu takiego cyklu miałem zmontowane, sprawdzone i uruchomione wstępnie wszystkie 6 modułów procesora wraz z uaktualnionymi schematami ideowymi.

Teraz stanąłem przed trudniejszym etapem pracy uruchomieniem minikomputera. Aby jednak było to możliwe należało umieścić pakiety w kasecie. Poprosiłem Marka o przygotowanie projektu okrosowania kasety minikomputera, ale tylko dla pakietów procesora, a ja wykorzystałem ten czas na zaprojektowanie pakietu interfejsu do czytnika i perforatora. Przejrzałem DTR-ki czytnika typu *CT1001* i perforatora typu *DT105*. Obydwa urządzenia pracowały w trybie jednokierunkowej, start-stopowej transmisji bajtowej. Wymagały oprócz równoległej 8-bitowej porcji danych także sygnałów start i gotów. Od strony urządzeń peryferyjnych nie przewidywałem problemu, a wcześniej zdecydowałem, że w zakresie systemu wejścia wyjścia nie wprowadzę zmian.

W minikomputerze *HP4114B* karta interfejsu pozwalała na podłączenie jednego urządzenia peryferyjnego i składała się ze standardowego bloku sterującego Control-Flag oraz bufora pozwalającego na wymianę danych z procesorem (Fig.33).

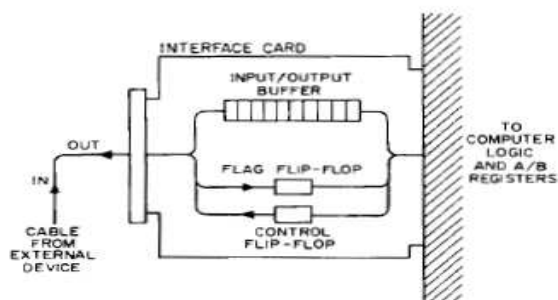


Fig. 33 Struktura standardowej karty interfejsu minikomputera (wg „A Pocket Guide to HP Computers)



Karta interfejsu nie posiadała zdefiniowanego adresu selekcyjnego ani adresu przerwania. Adresy te związane były z gniazdem kasety, w którym umieszczano kartę interfejsu. Pozycja karty w kasecie definiowała też jej priorytet. Najbardziej uprzywilejowana była karta umieszczona na pozycji o adresie 10<sub>8</sub> (ósemkowo). Selekcję najbardziej uprzywilejowanej ze wszystkich zgłaszających się kart zapewniała linia priorytetów *PRH-PRL*.

Prostota układowa kart interfejsu czytnika i perforatora nasunęła mi pomysł umieszczenia ich na jednym module, zajmującym jedną pozycję w kasecie (tego nie zapewniał HP2114B). Dlatego do każdego gniazda doprowadziłem 2 adresy selekcyjne (drugi był jednocześnie pierwszym adresem następnego gniazda jak w HP2114B) i zapewniłem drugiemu adresowi możliwości pracy z przerwaniem priorytetowym (tego nie zapewniał HP2114B). Przy okazji wyeliminowałem układ kodowania adresu przerwania (zrealizowałem to przez okablowanie), zapewniając jednocześnie ciągłość linii *PRL-PRH* selekcji najbardziej uprzywilejowanego przerwania mimo, że przy wykorzystaniu obydwu adresów selekcyjnych pakietu następnego gniazdo musiało pozostać wolne. Zapewniłem to przez okrosowanie kasety jak na Fig.34.

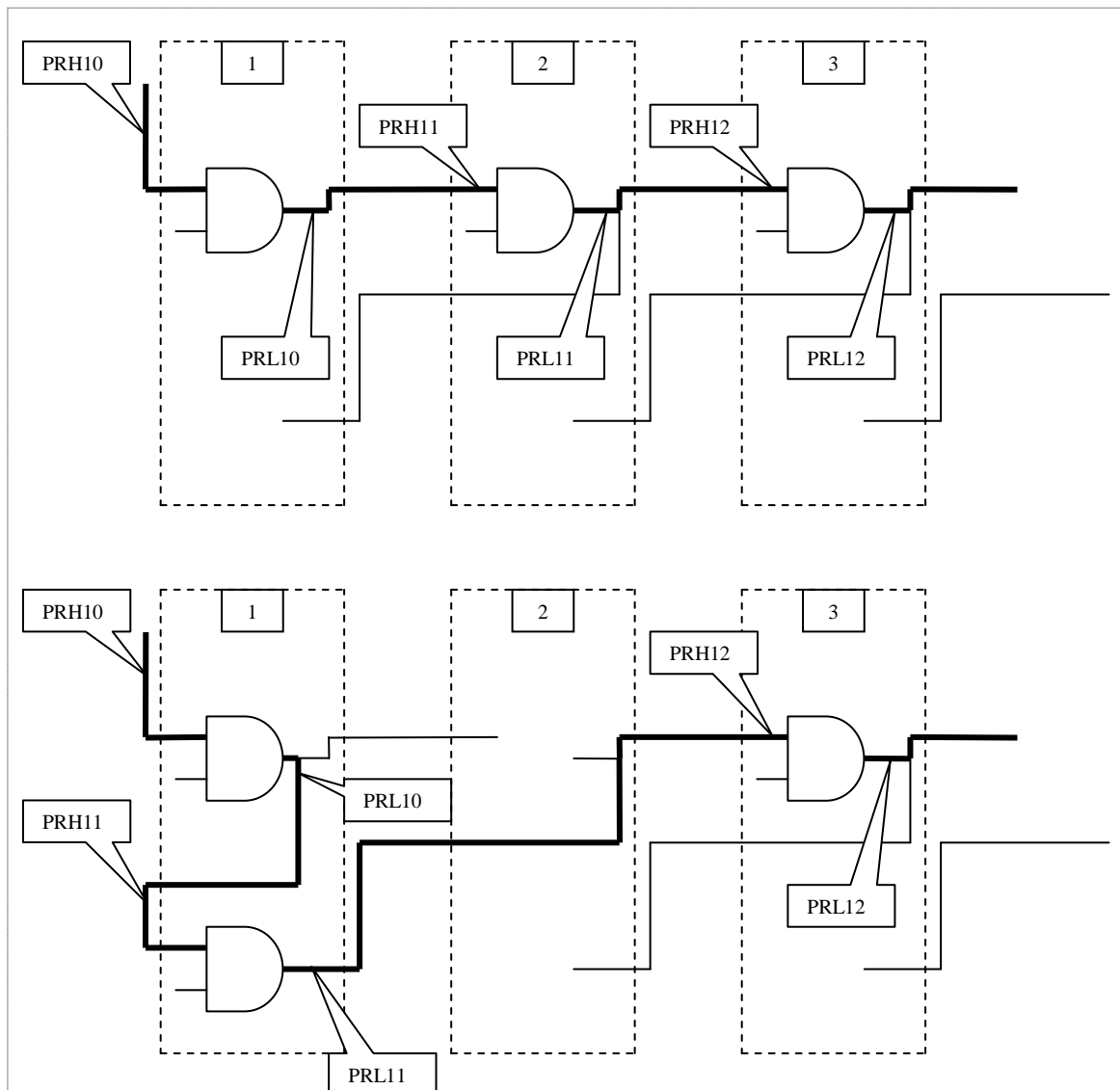


Fig. 34 Linia priorytetów *PRH-PRL* w minikomputerze

Górny rysunek – wszystkie moduły wykorzystują 1 adres selekcyjny

Dolny rysunek – moduł po lewej wykorzystuje 2 adresy selekcyjne, następnego gniazdo jest wolne, linia *PRH-PRL* ciągła

Kros kasety, według projektu przygotowanego przez Marka dla gniazd 19 –24, wykonano powszechnie wtedy stosowaną metodą owijania. Metoda ta zapewniała znakomitą jakość połączeń i nigdy nie mieliśmy z tym jakichkolwiek problemów.

Uruchomienie minikomputera przeprowadziłem w kilku etapach. W pierwszym sprawdziłem wykonywanie kolejno wszystkich rozkazów. Była to praca bardzo żmudna i czasochłonna. O analizatorze stanów nie było oczywiście mowy, jedynym przydatnym przyrządem był niezłej klasy oscyloskop. Wykorzystywałem symulator pamięci operacyjnej w postaci 16 bistabilnych przełączników, na którym ustawiałem kod rozkazu, ewentualnie wartość argumentu i posługując się kluczem pracy krok po kroku (*SINGLE CYCLE*) wykonywałem pojedyncze fazy rozkazów. W ten sposób sprawdziłem działanie procesora podczas realizacji wszystkich rozkazów. Poprawiałem zauważone błędy projektowe i montażowe.

Kolejnym etapem było podłączenie pamięci ferrytowej rdzeniowej firmy *TECHTRA* o pojemności 8k słów 16 bitowych. Taki zestaw umożliwił mi sprawdzenie realizacji krótkich programów, które wprowadzałem do pamięci operacyjnej z pulpitu minikomputera, w kodzie maszynowym, rozkaz po rozkazie. Testowałem wykonanie programów metodą krok po kroku oraz podczas pracy ciągłej. Usuwałem zauważone błędy.

Po zmontowaniu karty interfejsu czytnika i perforatora, jej wstępnym uruchomieniu i okrosowaniu gniazda nr 16 kasety adresami selekcyjnymi 10<sub>8</sub> i 11<sub>8</sub> sprawdziłem współpracę minikomputera z czytnikiem taśmy perforowanej. Uzyskanie poprawnej współpracy z czytnikiem było niesłychanie ważne, ponieważ umożliwiło przejście do najważniejszej fazy uruchomienia - sprawdzenia realizacji programów napisanych i wykonywanych przez *HP2114B*. W pierwszej kolejności wprowadziłem i uruchomiłem tzw. loader, czyli program rezydujący w ostatnich 64 komórkach umożliwiający wczytywanie do pamięci operacyjnej programów w formacie absolutnym. Były to kompilatory języków *Asembler*, *Fortran* i *Algol*, podstawowy system operacyjny *BCS*, edytor tekstu oraz programy diagnostyczne:

- testy rozkazów maszynowych (Instructions Tests) obejmujące wszystkie rozkazy z wyjątkiem rozkazów wejścia-wyjścia,
- testy adresowania pamięci operacyjnej (Memory Address Tests),
- testy zawartości pamięci operacyjnej (Memory Checkerboard Tests).

Przed wszystkim wykonałem testy rozkazów maszynowych. Liczyłem, że pozytywny ich wynik przesądzi o pełnej zgodności „mojego dziecka” z oryginałem. Po wczytaniu i uruchomieniu testy nie wykazały żadnych błędów. Ucieszyłem się i rozpocząłem testowanie działania programów, które poprzednio przygotowaliśmy na *HP2114B*. Niestety okazało się, że nie działają poprawnie. Właściwie powinienem się tego spodziewać, ponieważ nie zostały przetestowane rozkazy wejścia-wyjścia oraz działanie systemu przerwań. Posługując się opisaną poprzednio metodą „odwrotnego asemblera”, oscyloskopem, porównywaniem działania z wzorcem, a przede wszystkim jednak metodami intuicyjnymi doprowadziłem do poprawnej realizacji programów użytych na tym etapie testowania.

Wiele problemów rozwiązałem na drodze czysto teoretycznych analiz, które wykonywałem „w głowie” wracając tramwajem czy autobusem z pracy do domu. Tak byłem zafascynowany tym, co robię, że nie mogłem się od tej działalności oderwać. Sześćdziesiąt kilka rozkazów loader’a znałem na pamięć, tyle razy musiałem je wprowadzać do pamięci operacyjnej. Do tego stopnia miałem zakodowane we własnej pamięci wszystkie kody rozkazów języka wewnętrznego i kody mnemoniczne *Asembler*’a, że oglądając wiele lat potem, z Maciejem - starszym synem, amerykański film *TERMINATOR* bez trudu interpretowałem listę rozkazów przelatującą przed oczyma głównego bohatera, w trakcie naprawy uszkodzonej kończyny.

Ostatnim etapem sprawdzenia zgodności minikomputera z *HP2114B* było napisanie programu z wykorzystaniem wczytanego edytora symbolicznego, wykonanie kompilacji,

scalenia z bibliotekami standardowymi pod kontrolą BCS'a, wczytanie wyprodukowanej wersji absolutnej i wykonanie programu. W tym celu zaprojektowałem kartę interfejsu do teletype'u ASR-33. Po dotychczasowych doświadczeniach nie stanowiło to już wielkiego problemu. W ten sposób pod koniec 1973 roku dysponowaliśmy minikomputerem o liście rozkazów zgodnej z minikomputerem firmy *Hewlett-Packard*.

### Finiał projektu

Nadeszła chwila zademonstrowania działającego prototypu minikomputera. Wtedy dopiero uświadomiliśmy sobie z Jerzym, że minikomputer nie ma nazwy. Licząc na to, że zastąpi minikomputer *MKJ-25*, Jerzy wybrał nazwę *MKJ-28*. Kilka dni później, podczas prezentacji biały napis jaśniał na ciemno bordowym pulpicie sterowania „naszego” minikomputera. W prezentacji udział brali nasi przełożeni Dyrektor Naczelny ZKMPW prof. Aleksander Osuch, dr inż. Andrzej Grzywak oraz nasi koledzy z Zakładu Maszyn Matematycznych, a także kilka innych osób.

Jerzy Pilch-Kowalczyk przedstawiając zalety minikomputera *MKJ-28* zwrócił uwagę przede wszystkim na bogate oprogramowanie, zwłaszcza kompilatory języków wysokiego poziomu, co w Polsce wtedy było ewenementem, wspomniał o jego równoległej strukturze logicznej, niewielkiej ilości elementów użytych do budowy hardware'u, łatwości konfigurowania itd., a ja zademonstrowałem różne aspekty jego działania. Wszyscy obecni kiwali ze zrozumieniem głowami, z zainteresowaniem oglądali nasze dzieło. Profesor Osuch polecił doktorowi Grzywakowi przeanalizować możliwości wykorzystania tak wspaniałego minikomputera.

Czekając na efekt analizy zastanawiałem się czy osiągnąłem cele, które sobie założyłem rozpoczynając projekt minikomputera. Z pełnym przekonaniem mogłem odpowiedzieć twierdząco, ponieważ uzyskałem:

- pełną zgodność logiczną pozwalającą użytkować oprogramowanie amerykańskiego minikomputera,
- identyczny czas realizacji rozkazów mimo niższej częstotliwości generatora taktującego (6MHz w *MKJ-28* w porównaniu z 8MHz w *HP2114B*) , dzięki rezygnacji z taktów  $T_0$  i  $T_6$ ,
- niewiele większe gabaryty, wynikające z zastosowania autonomicznej kasety pamięci TECHTRA i kasety CAMAC zawierającej procesor z kanałem wejścia-wyjścia (dopiero w 1986 roku, po zaprojektowaniu półprzewodnikowej pamięci operacyjnej, minikomputer PRS-4 zmieścił się w pojedynczej kasecie CAMAC o wymiarach  $221 \times 430 \times 500$  [mm] i dorównał amerykańskiemu wzorcowi w tym zakresie), w kasecie *MKJ-28* było jednak miejsce na 16 kart interfejsu, podczas gdy w *HP2114B* tylko na siedem, co pozwalało na tworzenie bardziej rozbudowanych konfiguracji,
- mniejszą od amerykańskiego wzorca masę.

W 2006 roku znalazłem na stronie HP Computer Muzeum ([www.hp-museum.net](http://www.hp-museum.net)) dokumentację „Operation and Maintenance Manual. Model HP2114B Computer. Volume two” zawierającą m.in. schematy ideowe i specyfikacje materiałowe poszczególnych pakietów procesora minikomputera *HP2114B*. Z ciekawością zapoznałem się z nimi i okazało się, że konstruktorzy Hewlett Packard'a potrzebowali do zbudowania procesora minikomputera *HP2114B* aż 345 elementów scalonych, podczas gdy mnie wystarczyło 259 elementów do zaprojektowania procesora minikomputera *MKJ-28*. W zakresie elementów dyskretnych różnica była jeszcze większa. Zaslugą Jerzego Pilcha-Kowalczyka była umiejętność optymalizacji pozwalająca zaoszczędzić 25% elementów scalonych, co nawet po 33 latach sprawiło mi ogromną satysfakcję.

### Francuskie wakacje

W końcu zamiast zastosowania *MKJ-28* zakupiono minikomputer *T2000/20*<sup>34</sup> przeznaczony do zastosowań przemysłowych, produkowany przez francuską firmę *Telemecanique Electrique*. *T2000/20* miał stanowić bazę sprzętową nowej wersji systemu *S* przeznaczonego dla kopalni *WESOŁA* (wtedy *LENIN*). Zakupowi minikomputera *T2000/20* towarzyszyły różnego rodzaju szkolenia, które odbywały się w Grenoble, gdzie minikomputer produkowano. Dwa szkolenia miały poważny charakter: 2 miesięczne w zakresie oprogramowania i 3 miesięczne w zakresie sprzętu.

W pierwszym uczestniczyli: Jerzy Pilch-Kowalczyk, Bogumił Dec, Henryk Staliga oraz mgr Małgorzata Garncarz, prywatnie żona ówczesnego dyrektora Departamentu Energomaszynowego Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach.

Ponieważ uchodziłem za specjalistę od minikomputerów wziąłem udział w drugim, ale wcześniej, w marcu 1974 roku byłem, wraz z innymi, na kilkunastodniowym szkoleniu, które można by nazwać kursem podstaw techniki cyfrowej na przykładzie minikomputera *T2000/20*. W moim przypadku było to nieporozumienie, ale w szkoleniu uczestniczyli jeszcze Marek Mokrosz oraz inż. Matyjek z kopalni *WESOŁA*, który miał kierować zespołem przyszłych użytkowników.

Celem mojego zasadniczego szkolenia było dokładnie poznanie budowy, działania oraz metod wykrywania i usuwania usterek minikomputera *T2000/20*. Dzięki moim dotychczasowym doświadczeniom szkolenie zmieniło się w wakacje. Początkowo z zainteresowaniem przyglądałem się rozwiązaniom układowymi minikomputera *T2000/20*, ale nie znalazłem nic rewelacyjnego np. do budowy arytmometru zastosowano elementy scalone *SFC74181 (SN 74181)* te same, które wykorzystałem w minikomputerze *MKJ-28*, ale wykorzystano tylko jedną z 32 dostępnych funkcji – dodawanie arytmetyczne, podczas gdy w *MKJ-28* wykorzystałem ponad 25% z nich.

Podczas szkolenia zadziwiałem moich instruktorów biegłością w identyfikowaniu usterek, które innym kursantom sprawiały wiele kłopotu. Ten etap zajęć przebiegał następująco. Instruktor zastępował jeden z modułów minikomputera specjalnie spreparowanym, symulującym rzeczywiste uszkodzenie. Uczestnik szkolenia miał zidentyfikować uszkodzenia przez analizę obserwowanych objawów i wykorzystanie dostępnej dokumentacji. Kiedy zbyt szybko radziłem sobie z tymi zadaniami, instruktorzy którzy po zasymulowaniu uszkodzenia przeważnie wychodzili z laboratorium, zaczęli mnie podejrzewać o jakieś kombinacje, podglądanie itp. Moim zaprzeczeniom nie bardzo wierzyli.

W końcu zasymulowali usterkę w układzie karta interfejsu - teletype *ASR-390*. Po załączeniu minikomputera usterka objawiała się wydrukowaniem bezsensownego komunikatu, zamiast standardowego nagłówka. Znałem ten objaw z czasów uruchamiania współpracy minikomputera *MKJ-28* z teletype'em *ASR-33*. Najczęściej przyczyną było rozstrojenie generatorów interfejsu i urządzenia, taktujących transmisję szeregową. Dostroiłem generator interfejsu i teletype zaczął drukować prawidłowo. Poszedłem po mojego osobistego instruktora monsieur Weber'a - Alzarczyka. Zastałem go rozbawionego rozmową z pozostałymi instruktorami. Z błyskiem wyższości zapytał czy potrzebuję pomocy. Kiedy zaprzeczyłem i poprosiłem o następne ćwiczenie oniemiał, a po chwili wszyscy rzucili się do laboratorium. Zobaczywszy prawidłowo działający minikomputer koniecznie chcieli się dowiedzieć jak odgadłem przyczynę usterki. Zgodnie z prawdą odpowiedziałem, że po prostu wiem, co najczęściej jest przyczyną zaobserwowanego objawu. Po dalszych pytaniach opowiedziałem o swoich doświadczeniach z minikomputerem *HP2114B*. Amerykański

<sup>34</sup> Suchy J., Żymełka K. „System komputerowy *T2000/20* dla kopalni węgla kamiennego *LENIN*” *Pomiary Automatyka Kontrola* 5 maj 1977, strony 183-185. Zanim *T2000/20* zastał zakupiony przez *ZKMPW* dla kopalni *WESOŁA* (wtedy *LENIN*) pojawił się w kilku polskich cementowniach, dostarczony przez Duńczyków, jako element infrastruktury technicznej sterowania.

minikomputer budził ich wielki szacunek, dlatego zaczęto traktowano mnie jak partnera z europejskiego, a nie azjatyckiego kraju. Uzyskałem też wpływ na program mojego dalszego szkolenia.

Weekendy wykorzystałem do poznania innego świata, innych ludzi, obyczajów. Zobaczyłem Departament Isère położony pomiędzy doliną Rodanu (Rhône) i Alpami Południowymi, Chamonix - znany region sportów zimowych, Lion (Lyon), Awinion (Avignon), Niceę (Nice), Marsylię (Marseille), Cannes, Monako (Monaco), Monte Carlo oraz małą wioskę St. Maries-de-la-Mer, o której wspomina legenda o lądowaniu tam Marii Magdaleny.

Dwa dni spędziłem w Paryżu przedłużając swoją francuską wizę. Ponieważ nie znalazłem pomocy w Ambasadzie PRL w stolicy Francji, załatwiłem sprawę sam we francuskim Ministerstwie Spraw Zagranicznych.

### Baza Danych Naczelnego Dyrektora ZKMPW

W początkach lipca 1974 roku, po powrocie z Francji podłączyłem do minikomputera MKJ-28 monitor ekranowy typu FACIT-6401<sup>35</sup> zastępujący teletype. Mgr inż. Adam Mokrzycki napisał podprogram obsługi monitora oraz program, który umożliwiał przedstawianie, w różnych zestawieniach, zasobów osobowych i rzeczowych ZKMPW. Ponieważ system przeznaczony był dla naczelnego dyrektora nazwaliśmy go szumnie i na wyrost Bazą Danych Naczelnego Dyrektora ZKMPW. W istocie był to, jak byśmy dziś powiedzieli, gadżet, którym profesor Osuch czarował swoich gości, demonstrując wykorzystanie minikomputera w procesie zarządzania zasobami. Robiło to podobno ogromne wrażenie.

Monitor FACIT 6401 zainstalowałem w gabinecie naczelnego dyrektora w Gliwicach, oczywiście pod jego nieobecność, minikomputer MKJ-28 umieściłem w sąsiednim niewielkim pomieszczeniu. Sekretarkę nauczyłem obsługi bazy. Dwa dni później zatelefonował do mnie przerażony mgr inż. Dreszer - główny informatyk ZKMPW Gliwice. Okazało się, że profesor Osuch nie mogąc, pod nieobecność sekretarki, uporać się z obsługą bazy danych wezwał swego głównego informatyka by uruchomił system. Główny informatyk, który właśnie wrócił z urlopu, nie miał pojęcia, co zainstalowałem w gabinecie naczelnego. Zajrzał do szafy minikomputera MKJ-28, zobaczył pojedynczą, prawie pustą kasetę CAMAC z 8 modułami oraz kasetę pamięci TECHTRA. Ponieważ do tej pory miał do czynienia z minikomputerem MKJ-25, który składał się z dwóch wypełnionych modułami kaset CAMAC i kasety pamięci TECHTRA, doszedł do wniosku, że nieznany sprawca ukraść jedną kasetę, a drugą ogołocił z części modułów. Wyjaśniłem mu istotę sprawy i wybrałem się do Gliwic, by przeszkolić kilku jego pracowników w obsłudze zainstalowanej u naczelnego bazy. Więcej problemów z bazą danych naczelnego nie miałem.

To pierwsze praktyczne zastosowanie minikomputera MKJ-28 Jerzy Pilch Kowalczyk chciał wykorzystać do przekonania profesora Aleksandra Osucha do szerszego wykorzystania naszego „dziecka”. I pewnie byłoby się to zamierzenie powiodło gdyby w 1975 roku nie ruszyła karuzela, która zepchnęła ze stanowiska dyrektorskiego profesora Osucha. Jego następcą na tym stanowisku został dyrektor kopalni SIERSZA. Znał system S wdrożony z trudem w jego kopalni i wspierał jego dalsze rozpowszechnianie. Przeknął zakup T2000/20, ale kopalnia WESOŁA była jedynym miejscem zastosowania tego minikomputera w górnictwie polskim.

---

<sup>35</sup> Morzycki A., Suchy J., Żymelka K. „Wykorzystanie monitora ekranowego do komunikacji dyspozytora z systemem komputerowym” *Mechanizacja I Automatykacja Górnictwa* nr 3(76) marzec 1975 strony 5-8

### SMC-3 i poszukiwanie zastosowań

Próba zastąpienia, minikomputera *MKJ-25* przez *MKJ-28*, w systemie *S*, nie powiodła się. Na szczęście, jak wspomniałem uprzednio, Jerzy Pilch Kowalczyk starał się realizować również inne projekty. Przekonał profesora Andrzeja Lisowskiego do opracowania rejestratora cyfrowego o zmiennym programie działania, zastępującego stosowane dotychczas rejestratory *SMC-2*. Bazą sprzętową nowej generacji rejestratorów został minikomputer *MKJ-28*. Przygotowałem dokumentację ideową i przekazałem ją do *ZEG* w Tychach gdzie opracowano projekty obwodów drukowanych oraz dostosowano do posiadanej technologii produkcji. Asortyment kart interfejsu, który dla *MKJ-28* obejmował tylko 2 karty interfejsu czytnika/perforatora i teletype'u, uzupełniłem programowanym generatorem przerwań i kartą 64 wejść dwustanowych, nieprzerywających. W połowie 1975 roku *ZEG* wyprodukował pierwsze podzespoły serii informacyjnej minikomputera nazwanego *SMC-3*<sup>36</sup>.

Wyprodukowane podzespoły *SMC-3* trafiały do Zakładu Automatyk Powierzchniowej, który zdążył już kilkakrotnie zmienić nazwę<sup>37</sup> i tam były uruchamiane, testowane, tam też odbywało się kompletowanie zestawów zgodnie z wymaganiami realizowanych aplikacji. Początkowo robiłem to sam, ale kiedy w lipcu 1975 roku zostałem kierownikiem zespołu, a Rada Naukowa powołała mnie na stanowisko starszego asystenta naukowo-badawczego, obowiązki te przekazałem Markowi Mokroszowi oraz innym kolegom.

Głównym problemem w procesie kompletowania zestawu była dostępność, a właściwie niedostępność urządzeń peryferyjnych i pamięci operacyjnych. Początkowo usiłowaliśmy kupować poszczególne urządzenia w firmach, które je produkowały, ale była to prawdziwa droga przez mękę, kończąca się najczęściej niepowodzeniem. Wreszcie znaleziono rozwiązanie. Kupowano zestawy komputerowe *MOMIK 8b*<sup>38</sup>, z których każdy, oprócz dwóch kaset elektroniki, zawierał czytnik, perforator i drukarkę znakowo-mozaikową *DZM-180/KSR*, umieszczone w profesjonalnym, metalowym biurku. Wymontowywaliśmy kasety elektroniki, które odsprzedawano Zakładom Systemów Minikomputerowych *MERA*, producentowi *MOMIK*'a. W miejsce wymontowanych kaset montowaliśmy kasetę *SMC-3* oraz pamięć operacyjną i zestaw był kompletny. Nie mam pojęcia, kto był autorem tego pomysłu, ale sprawdził się znakomicie i do końca 1977 roku skompletowaliśmy w taki sposób 17 minikomputerów *SMC-3*.

Minikomputer *SMC-3* został wykorzystany przede wszystkim do przygotowania aplikacji dyspozytorskiej kontroli produkcji w podsystemie *I-EAD*. Twórczy niepokój Jerzego doprowadził także do wykorzystania minikomputera *SMC-3* do analizy zagrożeń naturalnych. Ze wszystkich zagrożeń występujących w górnictwie szczególnie nasiliło się występowanie tępań i zagrożeń wybuchem metanu. Prace związane z tymi aplikacjami, za wyjątkiem podsystemu *I-EAD* finansowanego przez *GIG/ COIG/ kopalnie*, prowadzono w ramach problemu węzłowego 01.5 „Automatyzacja i sterowanie procesów technologicznych w zakładach górniczych” w latach 1976 – 1980. Kierowałem zadaniem 01.5.08.01 „Opracowanie środków technicznych dla podsystemu sterowania procesami technologicznymi kopalni, w szczególności: cyfrowej stacji rejestracji stężenia metanu

---

<sup>36</sup> Pilch-Kowalczyk J., Miniszewski B., Żymełka K. „Dokumentacja techniczna rejestratora cyfrowego kontroli produkcji *SMC-3*” *GIG i COIG Katowice 1975 r.*

<sup>37</sup> Nazwa zmieniała się kolejno na: Zakład Systemów Automatyki (ZKMPW do kwietnia 1975 r.), Zakład Kompleksowej Automatykacji (ZKMPW do grudnia 1975), a w końcu Zakład Systemów Dyspozytorskich (EMAG od stycznia 1976). Był to ten sam zakład i ten sam w zasadzie zespół pracowników.

<sup>38</sup> *MOMIK 8b* 8-bitowy minikomputer zbudowany na układach scalonych. Opracowany przez Instytut Maszyn Matematycznych w 1973 r., a produkowany seryjnie przez Zakłady Systemów Minikomputerowych *MERA* od 1974 roku. Wyposażony był w czytnik taśmy perforowanej *CT2000*, perforator taśmy *DT105*, drukarkę znakowo-mozaikową *DZM180/KSR*.

i cyfrowego rejestratora wstrząsów sejsmicznych”. Umieszczenie tych prac w planach zapewniło im źródło finansowania i było zasługą Jerzego Pilcha-Kowalczyka, który został też kierownikiem tematu 01.5.08 „Podsystem sterowania procesów technologicznych kopalni”. Był nim do końca 1976 roku, czyli do odejścia z Centrum EMAG.

### Dyspozytorska kontrola produkcji

Najwcześniej oprogramowano minikomputer *SMC-3*, na potrzeby podsystemu *I-EAD*, w taki sposób by zastępował *SMC-2*. W pracach tych uczestniczyli pod kierunkiem Jerzego magistrowie inżynierowie Jan Majcherczyk i Aniceta Malczewska<sup>39</sup>. Tak przygotowane systemy zainstalowano w latach 1975/1976 w kopalniach *WIECZOREK*, *WUJEK*, *STASZIC* i *ZOFIÓWKA*. Aplikacje te nie spotkały się z przychylnym przyjęciem przez większość użytkowników, ponieważ ujawniały dane dotyczące kopalni poza kopalnię oraz obciążały dyspozytora dodatkowymi obowiązkami.

Na nasze szczęście w kopalni *ZOFIÓWKA* znalazła się grupa ludzi zainteresowana nieco innym wykorzystaniem minikomputera *SMC-3* do kontroli przebiegu produkcji i bilansowania wydobycia, realizowanych wyłącznie na potrzeby kopalni<sup>40</sup>. W opracowaniu założeń systemu uczestniczyli pracownicy kopalni, a główną rolę odegrał mgr inż. Roman Trzaskalik. Oprogramowanie było dziełem mgr inż. Adama Mokrzyckiego z Zakładu Automatyk Powierzchniowej. Wynikiem naszej współpracy był system dostarczający dyspozytorowi informacji o pracy przodków i odstawy w postaci przyjaznych, łatwych w percepcji raportów, nie ujawniających danych poza kopalnię. Kopalnia *ZOFIÓWKA* stała się w ten sposób naszym poligonem doświadczalnym, natomiast aplikacja źródłem inspiracji dla kolejnych wersji systemu kontroli przebiegu produkcji.

### System analizy zagrożeń tapaniami

Już w 1974 roku zainteresowaliśmy się zautomatyzowaniem procesu analizy zarejestrowanych sygnałów sejsmoakustycznych<sup>41</sup> informujących o stanie górotworu. W kopalniach pracowały urządzenia *SSA-I*, opracowane w Głównym Instytucie Górnictwa i produkowane przez *ZEG* Tychy. Urządzenie *SSA-I* zapisywało sygnały sejsmoakustyczne na taśmie papierowej rejestratora X-t. Zapisy miały postać prążków o amplitudzie proporcjonalnej do energii sygnałów. Zarejestrowane dane były analizowane przez obsługę po zakończeniu zmiany. Metoda rejestracji pozwalała obsłudze jedynie na dokonywanie prostej klasyfikacji sygnałów sejsmoakustycznych według 10 klas amplitudowych. Wymagało to żmudnego zliczenia zarejestrowanych w poszczególnych klasach sygnałów. Przy dużej aktywności górotworu, prawidłowe określenie aktywności i energii umownej było niemożliwe ze względu na zlewianie się poszczególnych prążków na papierowej taśmie rejestratorów Xt.

Z inicjatywy Jerzego i przy jego udziale, przeprowadziliśmy wiele dyskusji z pracownikami działów do spraw tapani, z których wyłonił się pomysł zautomatyzowania najbardziej czasochłonných i żmudnych czynności, związanych z analizą zarejestrowanych sygnałów sejsmoakustycznych. Wykorzystaliśmy w tym celu rejestrator *SMC-2* uzupełniony, specjalnie zaprojektowanym przez Zbigniewa Isakowa, modułem analizy amplitudy sygnału. Wykorzystanie rejestratora *SMC-2* spowodowało ograniczenie liczby klas do 8, co nie miało większego znaczenia, ponieważ zwiększyła się równocześnie dokładność zliczania.

<sup>39</sup> Majcherczyk J., Malczewska A. „Kopalniany system dyspozytorski współpracujący z resortowym ośrodkiem informatyki”, *Mechanizacja i Automatykacja Górnictwa nr 1 (134) 1980 strony 11-16*

<sup>40</sup> Dec A., Mokrzycki A. „System kontroli parametrów produkcji”, *materiały Konferencji Dyspozytornia kopalniana lat 80., Podlesice, styczeń 1979 strony 17-22*

<sup>41</sup> *Metoda sejsmoakustyczna oceny zagrożeń tapaniami bazuje na analizie zarejestrowanych sygnałów akustycznych (trzasków) towarzyszących pękaniu odprężającego się górotworu.*

Urządzenie klasyfikacji sygnałów sejsmoakustycznych *SMC-2s*<sup>42</sup>, bo tak zostało nazwane, zliczało liczbę sygnałów w poszczególnych klasach i co ważne pracowało w czasie rzeczywistym. Umożliwiało to śledzenie sytuacji na bieżąco i natychmiast po zakończeniu okresu obserwacji, najczęściej zmiany drukowany był wynik analizy. Poprzednio proces zliczania sygnałów i przygotowanie analizy rozpoczynał się dopiero po zakończeniu okresu obserwacji i trwał znacznie, znacznie dłużej. *SMC-2s* zainstalowaliśmy w kopalni *SZOMBIERKI* w pierwszej połowie 1975 roku.

Efekty były tak interesujące, że już w następnym roku, urządzenie klasyfikacji sygnałów sejsmoakustycznych *SMC-2s* uzupełniono minikomputerem *SMC-3* oprogramowanym do analizy i prognozowania zagrożeń tąpnięciami<sup>43</sup>. Oprogramowanie przygotował Jerzy wykorzystując wiedzę i doświadczenie mgr inż. Ludwika Gracy, kierownika działu ds. tąpnięć w kopalni *SZOMBIERKI*. *SMC-3*, wraz z urządzeniem do klasyfikacji sygnałów sejsmoakustycznych typu *SMC-2s*, stanowił przykład zastosowania techniki komputerowej do zautomatyzowania najbardziej czasochłonnych czynności w procesie przygotowania prognozy zagrożenia tąpnięciami.

#### Cyfrowa centrala metanometryczna CMC-1

Dla zabezpieczenia kopalń przed wybuchem metanu ogromne znaczenie miał zakup systemu metanometrycznego typu *CTT 63/40U* firmy Oldham<sup>44</sup> oraz licencji na jego produkcję w Polsce. System zrewolucjonizował pomiary stężenia metanu oraz sposób zabezpieczenia kopalni, przez wprowadzenie standardu elektrycznego, iskrobezpiecznego zasilania czujników, centralnie z powierzchni oraz możliwości dowolnego przyporządkowania czujników urządzeniom wyłączającym energię elektryczną. Oczywiście zalety zastosowanego rozwiązania (sposób pomiaru, konstrukcja czujników, transmisja sygnałów, centralne iskrobezpieczne zasilanie z powierzchni) zainspirowały grupę pracowników, w tym Jerzego, do zastąpienia powierzchniowej części systemu (elektromechaniczny układ wybierania czujników, rejestracja na taśmie papierowej) minikomputerem *SMC-3* ze specjalizowanym oprogramowaniem. Zostałem, za sprawą Jerzego włączony do tego projektu.

Po serii dyskusji ogólna koncepcja była gotowa, ale jak to zwykle bywa należało jeszcze sprawdzić pewne szczegóły związane z komutacją linii pomiarowych. Dostępna dokumentacja nie rozwiała naszych wątpliwości i jedynym sposobem było przeprowadzenie pomiarów w systemie działającym na kopalni. Mielśmy dobre kontakty na kopalni *ZOFIÓWKA* i tam się wybraliśmy. Na miejscu uzyskaliśmy zgodę kierownika ruchu kopalni i rozpoczęliśmy pomiary wartości interesujących nas parametrów. W pewnej chwili Jerzy, który uparł się, aby wykonać pomiary osobiście, spowodował zwarcie, w wyniku którego wyłączone zostało napięcie zasilania systemu *CTT 63/40U*. Trzeba wiedzieć, że wyłączenie zasilania systemu powoduje po ~15 sekundach wyłączenie energii elektrycznej we wszystkich zabezpieczanych wyrobiskach kopalni. Zanim przeprowadzono procedurę przywrócenia zasilania wyrobisk upłynęło kilkadziesiąt minut, podczas których kopalnia nie fedrowała. Zdarzenie mogło się dla nas bardzo źle skończyć, ponieważ był to 25 czerwca 1976 roku, dzień po ogłoszeniu przez premiera Józefa Cyrankiewicza podwyżki cen, głównie żywności. W Radomiu i Ursusie trwały już strajki. Zaczęto podejrzewać, że celowo

---

<sup>42</sup> Dec A., Isakow Z., Suchy J., Żymelka K. „Urządzenie do klasyfikacji impulsów sejsmoakustycznych w KWK Szombierki”, materiały sympozjum *Teoria i technika sterowania w służbie bezpieczeństwa pracy w górnictwie, Jaszowiec 3 - 6 listopad 1976* strony 166-172

<sup>43</sup> Graca L., Pilch-Kowalczyk J. „Zagadnienia bieżącego prognozowania stanu zagrożenia tąpnięciami w świetle doświadczeń kopalni *SZOMBIERKI*”, materiały sympozjum *Teoria i technika sterowania w służbie bezpieczeństwa pracy w górnictwie Jaszowiec 3 - 6 listopad 1976* strony 130-138

<sup>44</sup> Czyż J., Piela J. „Kontrola zawartości metanu i system zabezpieczenia telemetanometrycznego *CTT 63/40U*”, *Wiadomości Górnicze* nr 11 1976 strony 355-362



zatrzymaliśmy wydobyć, by wesprzeć strajkujących robotników. Groziły nam srogie konsekwencje. Na szczęście byliśmy na kopalni znani, nastąpiły wyjaśnienia, sprawa oparła się o naczelnego dyrektora Centrum EMAG i ostatecznie uznano, że był to jednak zwykły przypadek. Mogliśmy kontynuować nasze prace.

Cyfrowa centrala metanometryczna *CMC-1*<sup>45</sup> był pierwszą w Polsce próbą wykorzystania minikomputera do realizacji tak odpowiedzialnego zadania, jakim było centralne zabezpieczenie metanometryczne kopalni. Specyfikację wymagań przygotował mgr inż. Aleksander Pańków doświadczony pracownik Zakładu Metanometrii, wywodzący się z *ZKMPW*, prywatnie wybitny alpinista i himalaista. Tak się dziwnie składało, że zakładzie tym zatrudniony był jeszcze Jerzy Kukuczka, późniejszy najśłynniejszy polski himalaista. Celowo napisałem „zatrudniony był” by odróżnić jego faktyczny status od statusu Aleksandra Pańkowskiego, który oprócz wspinaczki uprawiał też zawód inżyniera.

Projekt realizowały wspólnie dwa zespoły. Zadaniem pierwszego, którym kierowałem było przygotowanie minikomputera *SMC-3* oraz oprogramowania realizującego wszystkie funkcje przewidziane w specyfikacji wymagań. Ponieważ informacja o stężeniu metanu i prędkości przepływu powietrza w wyrobiskach przekazywana była w postaci częstotliwości zmieniającej się ze zmianą wartości mierzonej wyposażyliśmy minikomputer *SMC-3* w przetwornik częstotliwość-cyfra, który specjalnie dla tej aplikacji zaprojektował Adam Mokrzycki. Oprogramowanie centrali metanometrycznej *CMC-1*<sup>46</sup> opracowali magistrowie inżynierowie Marek Dworak i Aleksander Hanslik, absolwenci Wydziału Automatyki i Informatyki Politechniki Śląskiej, którzy od kilkunastu miesięcy pracowali w moim zespole.

Zadaniem drugiego zespołu, złożonego z pracowników Zakładu Metanometrii, było przygotowanie układu nazwanego *BOL*, który miał zapewnić połączenie oraz zasilanie z powierzchni czujników instalowanych w podziemnych wyrobiskach. Były to czujniki niskiego i wysokiego stężenia metanu oraz prędkości przepływu powietrza.

Obydwa zespoły ściśle współpracowały z sobą tak, że pod koniec 1977 roku centrala była gotowa do rozpoczęcia badań.

### Inne zastosowania

Niezależnie od opisanych zastosowań techniki komputerowej do kontroli przebiegu procesu produkcyjnego kopalni, zabezpieczenia metanometrycznego i analizy zagrożenia tąpnięciami, które były wynikiem naszych poszukiwań, zgłaszali się do nas klienci poszukujący prostego, niezawodnego minikomputera, wyposażonego w bogate oprogramowanie, dla zrealizowania własnych aplikacji. Dostarczyliśmy minikomputery *SMC-3* naszym kolegom zajmującym się kontrolą parametrów jakości węgla, a także docentowi Stanisławowi Orzepowskiemu z wrocławskiego *CUPRUM*, który zastosował *SMC-3* do sterowania ciągami taśmociągów w kopalni *RUDNA* w Zagłębiu Miedziowym.

Chciałbym jeszcze wspomnieć o dwóch zastosowaniach minikomputera *SMC-3*, które były wynikiem zbiegu okoliczności, a nie naszego celowego działania. Zdarzenia te miały miejsce w drugiej połowie gierkowskiej dekady „sukcesów” i ogromnego zadłużenia, a wiązały się ze sztandarową inwestycją tamtego czasu *Hutą Katowice*.

Kulminacyjnym wydarzeniem pierwszego okresu budowy huty miał być pierwszy spust surówki z pierwszego wielkiego pieca, zaplanowany na koniec 1976 roku. Największym problemem procesu wielkopiecowego był taki dobór składników wsadu wielkiego pieca, by surówka miała wymagane właściwości. Zdarzały się spusty nietrafione, co pociągało za sobą

---

<sup>45</sup> Dworak M., Isakow Z., Żymelka K. „Koncepcja wykorzystania komputera pracującego w czasie rzeczywistym w pewnym systemie kontroli parametrów przewietrzania kopalni węgla kamiennego” *Symposium Zastosowanie komputerów w przemyśle*, Szczecin 20-21 listopad 1978 strony 87-100

<sup>46</sup> Dworak M. „Struktura programu sterującego pracą cyfrowej stacji metanometrycznej *CMC-1*”, *Mechanizacja i Automatyka Górnictwa* nr 5 (138) 1980 strony 25-28

znaczące straty finansowe. Z problemem zmierzyli się profesorowie Leszek Król, zajmujący się technologią hutniczą i Stefan Węgrzyn, poszukujący zastosowania technik informatycznych w różnych gałęziach przemysłu.

Wynikiem ich współpracy był program wyliczający wsad wielkiego pieca na podstawie oczekiwanych parametrów surówki. Program, według założeń technologicznych przygotowanych przez zespół profesora Króla, opracował zespół profesora Węgrzyna. Program napisano w *Algol'u*, a dla huty zakupiono prestiżowe wtedy minikomputery *PDP-11* firmy Digital Equipment Corporation. Minikomputery nadeszły i oczekiwano przyjazdu przedstawiciela serwisu, który zgodnie z umową miał je zainstalować i uruchomić.

Serwisant przyjechał, zaprowadzono go do pomieszczeń gdzie miał instalować komputery. Oczekiwano, że rychło upora się ze swą pracą, bo czas naglił, a termin pierwszego spustu zbliżał się. Tymczasem serwisant zamiast zabrać się do pracy poprosił o wyjaśnienie w jaki sposób minikomputery będą zasilane. Zapytany pracownik wybałuszył oczy ze zdumienia, że serwisant nie widzi gniazdek, których było w pomieszczeniu wiele. Wzruszając ramionami wskazał jego zdaniem najlepiej się nadające, bo położenie najbliższej przyszłej lokalizacji minikomputerów. Serwisant otworzył swą walizeczkę, wyjął przyrządy pomiarowe i sprawdził parametry zasilania. Pokiwał głową, coś widocznie nie podobało mu się. Sprawdził jeszcze parametry środowiska i zakończywszy pomiary oświadczył obecnym, że minikomputery *PDP-11* w takich warunkach pracować nie mogą. Zaplombował skrzynię z minikomputerami i wyjechał.

Do pierwszego spustu pozostawało coraz mniej czasu, a komputera z kompilatorem *Algol'u* od ręki załatwić nie można było. I wtedy profesor Węgrzyn przypomniał sobie, że na posiedzeniach Rady Naukowej *EMAG*, której przewodniczył, słyszał o minikomputerach *SMC-3* wyposażonych kompilatory języków wysokiego poziomu, w tym *Algol'u*. Poprosił dyrektora *OBR SEMAG* o udostępnienie minikomputera *SMC-3* dla sprawdzenia czy programy źródłowe napisane dla *PDP-11* można bez żadnych zmian skompilować i wykonać na minikomputerze *SMC-3*. Próba powiodła się i jeden z naszych minikomputerów *SMC-3* pojechał do Huty Katowice, a w grudniu 1976 roku dokonano pierwszego spustu surówki z pierwszego wielkiego pieca.

Ale zanim to nastąpiło miało miejsce zabawne wydarzenie. Późnym listopadowym wieczorem 1976 roku domową krzątanicę przerwał mi natrętny dźwięk dzwonka. Żona uchyliwszy drzwi zobaczyła nieznanego mężczyznę. *Andrzej Grzywak* - przedstawił się i zapytał o mnie. Żona, której to nazwisko nie było obce, zaprosiła profesora do środka. Odmówił tłumacząc, że w samochodzie jest profesor Stefan Węgrzyn, więc nie bardzo mu wypada. Poprosiła, aby przyszli obaj. Po chwili usłyszałem tubalny głos profesora Węgrzyna mówiącego, że zdaniem jego programistów pracujący dotychczas poprawnie minikomputer *SMC-3*, uszkodził się. Poprosił, bym nie bacząc na późną porę udał się do huty i wyjaśnił sprawę.

Nie mogłem odmówić i w zacnym towarzystwie dwóch profesorów pojechałem do huty. Podczas jazdy zastanawiałem się, co też mogło się wydarzyć. Miałem jednak za mało danych na jakąkolwiek diagnozę, więc z niepokojem czekałem, co zastanę w hucie. Zobaczyłem zdenerwowanych współpracowników profesora Węgrzyna skupionych wokół minikomputera *SMC-3*. Wysłuchałem ich opinii, spojrzałem na pulpit sterowania. Zauważyłem, że indyktor *PH2* świeci w sposób ciągły. Znałem ten objaw spowodowany błędem programisty, prowadzącym do zapętlenia programu w fazie *PH2*. Oprogramowanie minikomputera *HP2114B* dopuszczało nieograniczoną krotkość adresacji pośredniej. Zatrzymałem realizację programu i używając klucza pracy krok po kroku zlokalizowałem błąd programu. Diagnostyka trwała kilkadziesiąt sekund. Poprawiono błąd i program zaczął działać poprawnie. Zebrani spoglądali na mnie z podziwem, ale ja wiedziałem, że to nic nadzwyczajnego. Po prostu wiedza i trochę doświadczenia. Jednak profesor Węgrzyn uznał

mnie za geniusza i w tym duchu napisał własnoręcznie list do mojego przełożonego, dyrektora *OBR SMEAG*, w którym prosił o zgodę na moje wykłady dla studentów informatyki Politechniki Śląskiej. Mój przełożony profesorowi odmówić nie mógł i przez cztery lata wykładałem budowę minikomputerów dla studentów VII semestru informatyki.

Profesor Węgrzyn zachwycił się też minikomputerem *SMC-3*, w szczególności jego niezawodnością i jakiś czas potem również dr inż. Adam Wolisz z *Zakładu Systemów Automatyki Kompleksowych PAN* opracował i wdrożył w *Hucie Katowice* system wspomagania operatora pieców węglnych, w którym wykorzystał minikomputer *SMC-3*.

#### **PRS-4 profesjonalny minikomputer do zastosowań przemysłowych**

Przełom lat 1976/77 przyniósł wiele zmian. Najważniejszym dla mnie było odejście Jerzego Pilcha-Kowalczyka do *MERA-ELZAB* w Zabrze. Na pytanie, dlaczego odpowiedział, że ma dosyć ciągłego przekonywania kolejnych, coraz innych przełożonych o swojej przydatności oraz rosnących obciążeń administracyjnych, których po prostu nie znośił. Pełnił wtedy funkcję Głównego Inżyniera ds. Systemów Sterowania, któremu podlegało kilka zakładów naukowo-badawczych, z ponad setką pracowników. Jerzy utworzył wtedy, w strukturze jednego z zakładów, zespół (obejmujący między innymi Annę Dec, Urszulę Klepek oraz mnie), którym kierował bezpośrednio i realizował z nim swoje projekty. Nasz formalny przełożony, kierownik zakładu nie miał w stosunku do nas żadnych kompetencji. Odejście Jerzego pozbawiło mnie, wsparcia merytorycznego, na które mogłem zawsze liczyć, ale zachowałem sporą samodzielność, niezależnie od tego, kto był kierownikiem zakładu. Zawdzięczałem to wysokiej ocenie mojej dotychczasowej działalności merytorycznej, którą wystawił mi we wspomnianym, własną ręką napisanym liście profesor Stefan Węgrzyn.

#### Doświadczenia i wnioski

W tym czasie uczestniczyłem we wdrożeniu systemu kontroli i nadzoru na minikomputerze *T2000/20*, w kopalni *WESOŁA*. Zajmowałem się w zasadzie sprzętem, ale rozwiązywałem też problemy, na które natrafiali moi koledzy programiści. Zdarzeń takich w początkowym okresie było sporo i pochłaniały dużo czasu, również z uwagi na uciążliwy dojazd. Jeden z takich wyjazdów szczególnie utkwiał mi w pamięci.

Pewnego dnia zatelefonował do mnie z kopalni Bogumiń Dec z informacją o awarii minikomputera *T2000/20*. Oprogramowaniem systemu zajmowali się tam magistrowie inżynierowie Jan Beldzik, Bogumiń Dec oraz inżynier Andrzej Gajoch. Pojechałem na kopalnię, a wtedy była to prawdziwa wyprawa. Kopalnia znajdowała się w Mysłowicach-Wesołej, odległych o dwadzieścia kilka kilometrów od mojego miejsca pracy w Katowicach-Bogucicach, słynących z cudownego obrazu Matki Boskiej Boguckiej, pochodzącego z XV wieku. Samochodu nie miałem, autobus odjeżdżał, co godzinę, czas przejazdu wynosił też tyle.

Po dotarciu na miejsce wykonałem rutynowe w takim przypadku czynności: analizę objawów, diagnostykę i sprawdzenie realizowania innych programów. Wszystko było w porządku, moim zdaniem nie było żadnej awarii. Koledzy wczytali program obsługi systemu wejść-wyjść, ale próba jego uruchomienia nie powiodła się. Upierali się przy usterce, która uniemożliwia uruchomienie programu, ja twierdziłem, że wszystko jest w porządku.

Po dłuższej chwili takich przekomarzań, spojrzałem na opis programu, który chcieli uruchomić. Etykieta informowała, że to oprogramowanie dla kanału wejścia-wyjścia typu *Minicanal*. Minikomputer *T2000/20* mógł być skonfigurowany na dwa sposoby, różniące się typem interfejsu do współpracy z obiektem. Dla mniejszych obiektów przeznaczony był interfejs typu *Minicanal*, a dla większych typu *Canal*. Dla kopalni *WESOŁA* zakupiono konfigurację sprzętu z interfejsem typu *Canal*, ale dostaliśmy pełne oprogramowanie

obejmujące obydwie wersje, które oczywiście znacznie się między sobą różniły. Stąd i całe zamieszanie. Trywialna niezgodność sprzętu i oprogramowania była przyczyną całego zamieszania, ale musiałem poświęcić cały dzień na jej wyjaśnienie.

Prace wdrożeniowe ciągnęły się długo, ale doprowadziły do wdrożenia systemu, który realizował funkcje kontroli produkcji (praca maszyn i urządzeń dołowych, szybu, bilansowanie wydobywania) oraz kontroli wybranych parametrów bezpieczeństwa (praca wentylatorów głównych i lutniowych, detekcja przekroczenia krytycznego czasu wyłączenia wentylatorów, kontrola stężenia metanu w oparciu o metanomierze *Barbara ROW*, kontrola ciśnienia wody w rurociągach przeciwpożarowych i ciśnienia sprężonego powietrza)<sup>47</sup>. Podczas tych prac wykonaliśmy wiele unikalnych badań, między innymi zidentyfikowaliśmy parametry procesu „uczenia się” dyspozytorów oraz poznaliśmy wpływ systemu na czas ich reakcji na zdarzenia krytyczne<sup>48</sup>.

Niezależnie od prac w kopalni *WESOŁA* aktywnie uczestniczyłem w projekcie cyfrowej centrali metanometrycznej *CMC-1*. Pod koniec marca 1978 roku urządzenie doświadczalne centrali było przygotowane do zainstalowania w kopalni. Na moje szczęście jako poligon wybrano także kopalnię *WESOŁA*. Przed uzyskaniem zgody na zainstalowanie *CMC-1* i rozpoczęcie badań eksploatacyjnych, konieczne było przeprowadzenie badań atestacyjnych, między innymi badań wytrzymałości elektrycznej izolacji. Badanie to przeprowadzał pracownik zakładu atestacji *Centrum EMAG*. Podszedł do zadania jak do badania górnictwem kabli i przewodów oponowych, czym się stale zajmował. Wykorzystał induktor o regulowanym do 5 kV napięciu probierczym. Tak nieszczęśliwie nastawił pokrętkę regulacyjną, że badanie zakończyło się uszkodzeniem wszystkich 12 modułów minikomputera *SMC-3* (6 modułów procesora, interfejs czytnika i perforatora, interfejs drukarki *DZM-180/KSR*, karty interfejsu: programowanego generatora przerwań, przetwornika częstotliwość/ cyfra, wejść dwustanowych i wyjść dwustanowych). Cudem tylko ocalała pamięć operacyjna *TECHTRA*. Blok obwodów linii *BOL* uratowały optoizolatory. Aleksandrowi Hanslikowi za cały komentarz wystarczyło nazwisko wykonującego badania – Dziki. Dysponowałem na szczęście zapasowym zestawem uruchomionych modułów *SMC-3*, dzięki czemu szybko naprawiłem *CMC-1* i w maju 1978 roku rozpoczęliśmy badania eksploatacyjne.

Początkowy okres badań był koszmarem. Mieliśmy do czynienia ze zdarzeniami, które interpretowane były przez pracowników kopalni jako awarie, podczas gdy my traktowaliśmy je jako nic nieznaczące wydarzenia. Na tym tle dochodziło do „gorących” dyskusji i wymiany zdań. Przyczyną było odmienne podejście do badanego systemu. Przedstawiciele kopalni uznawali, że to tylko kolejna wersja *CTT63/40U*, która od razu powinna pracować poprawnie. Tymczasem była to pierwsza próba wykorzystania minikomputera do tak odpowiedzialnego zadania. Minikomputer *SMC-3* cyfrowej centrali metanometrycznej *CMC-1* realizował funkcje sterowania: komutował 128 czujniki analogowe, sterował cyklem pomiarowym każdego z nich, wykrywał przekroczenie nastawionych progów, wyłączał energię elektryczną w zagrożonych wybuchem metanu rejonie, a także drukował raporty, komunikaty alarmowe i ostrzegawcze oraz archiwizował dane. Firma *Oldham* nie odważyła się na taki eksperyment. Jej specjaliści opracowali tylko specjalną przystawkę umożliwiającą pobieranie przez minikomputer danych z *CTT63/40U*, które następnie były analizowane i archiwizowane.

---

<sup>47</sup> Beldzik J., Dec B., Gajoch A. „Maszyna cyfrowa T2000/20 w KWK Lenin”, *Mechanizacja I Automatykacja Górnictwa* nr 5 (114) 1978 strony 15-24

<sup>48</sup> Beldzik J., Dec B., Gajoch A., Klepek U., Suchy J., Żymelka K. „System kontroli parametrów bezpieczeństwa METAN. Badania eksploatacyjne”, *Raport z badań OBR EMEAG - Katowice, listopad 1979 r.*

Początkowo zapominaliśmy w czasie badań, że wyłączenie *CMC-1* na czas przekraczający ~15 sekund powoduje wyłączenie zasilania na dole kopalni, uniemożliwiające wydobywanie. Przywrócenie zasilania wymagało przeprowadzenia specjalnej procedury często z udziałem ratowników, których zadaniem było sprawdzenie czy stężenie metanu nie przekroczyło w wyrobiskach dopuszczalnego poziomu. Problemy były z ustaleniem przyczyny zdarzenia. Czy jest nią błędne działanie minikomputera *SMC-3*, za który odpowiadałem, czy może blok obwodów linii *BOL*, za który odpowiadali koledzy z Zakładu Metanometrii. Mimo naszych wysiłków dosyć często zdarzały się wyłączenia powodujące konieczność ponownego uruchomienia centrali *CMC-1* w sposób opisany wyżej. Pracownicy kopalni zgłaszali awarie swemu dyrektorowi, który miał pretensje do naszego. Najcięższe głowy *EMAG*'u trudziły się nad rozwiązaniem sprawy, ale postępu nie było. Szykowała się wielka awantura, bo sprawą interesował się też Wyższy Urząd Górniczy, który wydał zgodę na rozpoczęcie próbnej eksploatacji.

W napiętej atmosferze naczelny dyrektor Centrum *EMAG* zwołał specjalną naradę. Niestety, narada w szerokim gronie nie przyniosła oczekiwanych rezultatów. W końcu naczelny zapytał kolejno każdego z uczestników, co zrobić. Zbliżała się moja kolej, nie odkrywczo nie potrafiłem wymyślić, podobnie zresztą jak moi poprzednicy. Wtedy przypominałem sobie pobyt w jednostce wojskowej *JW 4487* i podstawową wojskową zasadę - gdzie jest kilku żołnierzy dowodzi zawsze tylko jeden. Przypominałem sobie też koszmar ustalania przyczyny zdarzenia – *SMC-3* czy *BOL*. Gdy nadeszła moja kolej powiedziałem, że należy wyznaczyć jednego odpowiedzialnego, wyznaczyć zadanie, dać niezbędne kompetencje i ustalić termin realizacji. Byłem zadowolony, że wybrnąłem z kłopotliwej dla mnie sytuacji. Jeszcze bardziej zadowolonym okazał się naczelny, który najpierw mnie pochwalił, a następnie mianował tym jednym odpowiedzialnym. Wtedy, niestety za późno uświadomiłem sobie, że są też inne zasady wojskowe jak: nigdy nie wychodzić przed szereg.

Następnego dnia, umocowany kompetencjami, utworzyłem zespół złożony z mgr inż. Urszuli Stojewskiej i inż. Romualda Podawcy z Zakładu Metanometrii, mgr inż. Leonarda Pełczyńskiego z *ZEG* Tychy oraz moich kolegów, programistów Marka Dworaka i Aleksandra Hanslika. I po raz pierwszy spojrzałem na całą instalację doświadczalną *CMC-1*, a nie tylko na minikomputer *SMC-3*. Wstyd przyznać, ale poprzednio interesowała mnie tylko część komputerowa. Minikomputer *SMC-3* nie miał układu restartu i dlatego centrala metanometryczna powinna być zasilana bez przerw, w sposób ciągły. Teoretycznie tak było, cyfrowa centrala metanometryczna *CMC-1* zasilana była z sieci prądu przemiennego, a każda kopalnia była zasilana z dwóch niezależnych źródeł. Było to podstawowe źródło zasilania, które uzupełniała przetwornica z baterią akumulatorów, pozwalającą na 8 godzinną, autonomiczną pracę.

Przeanalizowanie dotychczasowej eksploatacji nie pozwoliło na ustalenie przyczyny dziwnego zachowania się centrali *CMC-1*. Przez następnych kilkanaście dni wiele czasu spędzaliśmy na kopalni obserwując pracę centrali. Zwracaliśmy uwagę na wszystko, a wykorzystując rejestrator dokumentowaliśmy między innymi przebieg napięcia zasilania. Zobowiązaliśmy też dyspozytorów metanometrii do odnotowania czasu wystąpienia absolutnie wszystkich zdarzeń nawet tych, które wydają się nieistotne. Analizując potem uzyskane dane stwierdziliśmy korelację pomiędzy perturbacjami napięcia zasilania i zakłóceniami w pracy *CMC-1*. Przyczyną, jak się okazało, była zwłoka w uruchomieniu przetwornicy podczas przechodzenia z jednego niezależnego źródła zasilania na drugie. Zwłoka powodowała trwającą kilkadziesiąt milisekund przerwę w zasilaniu. Zmieniliśmy sposób zasilania *CMC-1* tak, by podstawowym źródłem była przetwornica, zasilana z baterii akumulatorów doładowywanych z sieci zasilającej. Sieć stanowiła tylko rezerwę na wypadek uszkodzenia przetwornicy. Dzięki tej zmianie nie występowały przerwy w zasilaniu *CMC-1*, co radykalnie poprawiło pracę instalacji doświadczalnej.

Nie był to koniec kłopotów, ale poprawa była znacząca. Dalsze badania pozwoliły wyeliminować błędy sprzętowe m.in. hazard deszyfratora adresu czujnika w bloku obwodów linii *BOL*, a także wprowadzić zmiany w oprogramowaniu optymalizujące sposób wybierania czujników i czas trwania pomiaru oraz czyniące interfejs człowiek - maszyna przyjaznym obsłudze. Od września 1978 roku cyfrowa centrala metanometryczna *CMC-1* zaczęła pracować nie gorzej niż *CTT63/40U*. Badania prowadziliśmy jednak prawie do końca 1979 roku, ponieważ musieliśmy dowieść wysokiej niezawodności eksploatacyjnej *CMC-1* oraz przekonać decydentów, że programowalne urządzenie też może być niezawodne.

W tym samym czasie Zbigniew Isakow często odwiedzał kopalnię *SZOMBIERKI*, prowadząc badania zainstalowanego tam urządzenia klasyfikacji sygnałów sejsmoakustycznych *SMC-2s*, tworzącego wraz z minikomputerem *SMC-3* system do analizy zagrożeń tąpnięciami. Badania ujawniły istotne ograniczenia stosowanych urządzeń. Za mała była liczba czujników (geofonów) nie przekraczająca 10 szt., a urządzenia nie pozwalały na rejestrację innych parametrów poza amplitudą sygnału. Napięciowy sygnał przesyłany po niesymetrycznych torach podatny był na zakłócenia, a lokalne zasilanie wzmacniaczy dołowych z baterii nie zapewniało powtarzalności pomiarów i wymagało stałej, uciążliwej kontroli bezpośrednio na dole kopalni.

Czasami jechałem ze Zbyszkim w sprawach związanych z eksploatacją minikomputera *SMC-3*, który mógł przetwarzać wsadowo wyniki klasyfikacji sygnałów, zarejestrowane na taśmie perforowanej przez *SMC-2s*, albo pobierać wyniki klasyfikacji wprost z urządzenia *SMC-2s*. Ten drugi sposób pracy nasunął nam pomysł, by zmodyfikować systemu analiz zagrożeń tąpnięciami na wzór centrali *CMC-1*. Zrezygnować z urządzenia *SMC-2s*, wyposażyć minikomputer *SMC-3* w interfejs do transmisji sygnałów sejsmoakustycznych i stosowne oprogramowanie. Dalsza dyskusja zaowocowała koncepcją systemu programowalnych rejestratorów sejsmicznych *SPRS*<sup>49</sup>, obejmujących programowane rejestratory sygnałów sejsmoakustycznych (*PRS-4/a*) i mikrosejsmicznych (*PRS-4/m*). W sierpniu 1977 roku zaproponowaliśmy kierownikowi naszego zakładu wprowadzenie do problemu węzłowego 01.5.08 zadania 05 obejmującego opracowanie obydwu rejestratorów. Doszliśmy też do wniosku, że warto zastąpić stosowane dotąd transmisje sygnałów nowoczesnymi układami, niezawodnymi i odpornymi na zakłócenia. Sprawą zainteresowaliśmy kolegów z Zakładu Transmisji. Wynikiem ich prac były układy transmisji sygnałów sejsmoakustycznych *TSA-32* i sejsmicznych *TSS-16*.

Pierwszym wynikiem naszych działań było opracowanie i wykonanie, doświadczalnego rejestratora sygnałów sejsmoakustycznych<sup>50</sup>. Rejestrator zrealizowany został na bazie minikomputera *SMC-3*, wyposażonego w interfejs, złożony z szybkiego przetwornika kompensacyjnego A/C i czterech kart multipleksera półprzewodnikowego z pamięcią analogową, przeznaczonych do współpracy z transmisją *TSA-32* oraz specjalistyczne oprogramowanie. Karty interfejsu zaprojektowali Zbigniew Isakow i Jan Koza, a twórcą oprogramowania był Marek Dworak. Projekty obwodów drukowanych wykonała Alina Janusiewicz. Urządzenie doświadczalne systemu oceny zagrożeń tąpnięciami zostało zainstalowane w kopalni *POKÓJ*, gdzie w II kwartale 1978 roku rozpoczęliśmy badania eksploatacyjne.

---

<sup>49</sup> W polskich kopalniach węgla kamiennego, do oceny zagrożeń tąpnięciami, stosowano trzy metody: sejsmoakustyczną, mikrosejsmiczną i wierceń mało średnicowych. Metoda sejsmoakustyczna polegała na rejestracji sygnałów akustycznych towarzyszących powstawaniu mikro pęknięć górotworu, wywołanych głównie eksploatacją górniczą. Metoda mikrosejsmiczna podobna była metodzie stosowanej w sejsmologii ziemskiej, ale ograniczonej do obszaru kopalni. Metoda wierceń małośrednicowych polegała na wykonaniu otworów o średnicy 42 mm i porównaniu ilości materiału wydobytego z otworu odniesionego do objętości standardowej powstałego otworu (długość odwiertu razy powierzchnia przekroju wiertła). Rezultaty otrzymane z tych trzech metod służyły do oceny zagrożenia tąpnięciami wg algorytmu oceny w skali 3-stopniowej, opracowanego w Głównym Instytucie Górnictwa. Do zautomatyzowania nadawały się dwie pierwsze metody.

<sup>50</sup> Zymelka K., Isakow Z., Suchy J. „Wykorzystanie minikomputera do bieżącej analizy zagrożeń tąpnięciami”, Materiały Sympozjum Dyspozytornia lat 80. Podlesice 11-14 styczeń 1979 strony 9-16

#### PRS-4 efekt lifting'u minikomputera SMC-3

W sierpniu 1978 roku zostałem kierownikiem Zakładu Systemów Sterowania, a stało się to w wyniku próby odwołania kierownika Zakładu Systemów Dyspozytorskich, w którym pracowałem. Kierownik, przyzwoity człowiek starał się zapanować nad 70-osobowym zakładem. Ukończył Wyższą Szkołę Rolniczą w Krakowie, kierunek mechanizacja rolnictwa, miał wykształcenie techniczne, ale nie do końca w zakresie zgodnym z pracami realizowanymi w zakładzie. Pracował jednak przez pewien czas w kopalni WESOŁA, gdzie poznał technologie górnicze w stopniu wystarczającym. Miejsce kierownika chciał zająć absolwent Wydziału Automatyki i Informatyki Politechniki Śląskiej, który niemal natychmiast po rozpoczęciu pracy w ZKMPW został tam przewodniczącym ZMS.

Na wieść o tym poszedłem do zastępcy dyrektora OBR SMEAG ds. naukowo-badawczych i zaprotestowałem przeciwko mającej nastąpić, jak głosiła plotka, zmianie na stanowisku kierownika. Po kilkunastu dniach zostałem wezwany do wspomnianego zastępcy dyrektora, który poinformował mnie, że z istniejącego Zakładu Systemów Dyspozytorskich wydzielony zostanie Zakład Systemów Sterowania i zapytał czy zgodzę się zostać jego kierownikiem. Na pytanie, dlaczego nie można zachować stanu istniejącego stwierdził, że czynniki partyjne już zaakceptowały przewodniczącego ZMS, a obecnego kierownika nie był w stanie wybronić, bo po pierwsze jest bezpartyjny, a po drugie, nic mu nie ujmując, słaby merytorycznie. Mój brak zaangażowania politycznego jest, jak się wyraził, bez znaczenia przy merytorycznym dorobku popartym opinią profesora Stefana Węgrzyna.

Zakład naukowo-badawczy, którym przyszło mi kierować liczył 35 pracowników. Przeważali moi rówieśnicy, z którymi pracowałem dotychczas. Przejąłem większość prac realizowanych przez podzielony zakład. Były to rejestratory przebiegu produkcji (SMC-2 i SMC-3) pracujące na potrzeby podsystemu I-EAD, wdrożone między innymi w kopalniach STASZIC i WIECZOREK, wersję systemu S na minikomputerze T2000/20 w kopalni WESOŁA, system dyspozytorskiej kontroli procesu produkcyjnego na minikomputerze SMC-3 w kopalni ZOFIÓWKA, a także system analizy zagrożeń tąpnięciami na minikomputerze SMC-3, zainstalowany w kopalniach SZOMBIERKI i POKÓJ oraz cyfrową centralę metanometryczną CMC-1 w kopalni WESOŁA.

Przewodniczący ZMS przejął tematykę kontroli ruchu załogi, w tym system kontroli ruchu załogi na minikomputerze MKJ-25, zainstalowany w kopalni SIERSZA w 1975 roku, ale obejmujący kontrolą tylko nieliczną grupę pracowników powierzchni. System nie został nigdy rozpowszechniony. W nowej sytuacji, którą sam sprowokował, zaproponować musiał sensowne prace interesujące kopalnię, a jego najpoważniejszym problemem był brak pomysłów. Potwierdził to sam podczas wizyty, złożonej mi po kilku miesiącach, podczas której powiedział mniej więcej tak - *Masz dużo pomysłów, twoi pracownicy są bardzo zajęci. Gdyby okazało się, że nie możecie sami zrealizować wszystkich, to chętnie zajmę się jednym czy drugim projektem.* Przyszłość pokazała, że pomysłów rzeczywiście nie miał, a brak wyników doprowadził do zlikwidowania jego zakładu<sup>51</sup>.

Wraz ze stanowiskiem kierownika zakładu naukowo-badawczego uzyskałem duże kompetencje w zakresie wyboru realizowanych prac i dość dużą, jak na tamte czasy, samodzielność. Zamierzałem pogodzić kierowanie zakładem ze swoją dotychczasową działalnością merytoryczną. Zacząłem od zmiany w funkcjonowaniu zakładu zarówno w zakresie merytorycznym jak i organizacyjnym. W tym drugim zakresie, postępując

---

<sup>51</sup> W początkach 1982 r. podczas reorganizacji Centrum EMAG utworzono Zakład Systemów Dyspozytorskich (ZB-7), przez połączenie Zakładów Systemów Sterowania (BS-3) i Systemów Dyspozytorskich (BS-4). Zostałem kierownikiem zakładu ZB-7. Rzykując zwolnienie z pracy, bo Centrum EMAG zostało zmilitaryzowane, oparłem się naciskom dyrektora ds. naukowo-technicznych, który chciał wyrzucić na bruk kilku moich pracowników, wśród nich byłego już przewodniczącego ZMS. Ponieważ był to początek stanu wojennego uznałem, że mam moralny obowiązek bronić ich, mimo że o merytorycznej nieprzydatności byłego przewodniczącego ZMS byłem przekonany.

intuicyjnie, zlikwidowałem wszystko to, co poprzednio najbardziej mnie drażniło i przeszkadzało. W pierwszej kolejności panujący dotychczas zwyczaj, że w naradach organizowanych przez przełożonych udział biorą wraz z kierownikiem zakładu także kierownicy zespołów, a często także pracownicy, w tym najlepsi merytorycznie. Tak z konieczności postępował mój poprzednik, ja nie potrzebowałem takiego wsparcia. Odtąd w naradach brałem udział sam, na mniej ważnych wyręczając się swoim zastępcą. Stałem się swego rodzaju filtrem chroniącym pracowników od szumu informacyjnego, powstającego na ówczesnych naradach. Pracownicy byli mi wdzięczni, mogli spokojnie zająć się pracą. Sam niestety traciłem sporo czasu, ale per saldo taka metoda okazała się opłacalną. Uprościłem obieg dokumentów w zakładzie ograniczając do minimum biurokrację np. w miejsce kilkunastu różnorodnych segregatorów, w których mój poprzednik gromadził dokumenty, wprowadziłem dwa na korespondencję przychodzącą i wychodzącą.

W zakresie merytorycznym przed wytyczeniem kierunku prac zakładu podsumowałem dotychczasowe doświadczenia, związane z wprowadzeniem technik informatycznych do dyspozytorni kopalnianych, co nie było trudne, bo w większości miałem swój udział, od niewielkiego w systemie *S* na kopalni *JAN*, po duży w aplikacjach zrealizowanych z wykorzystaniem minikomputera *SMC-3*. Na jednej szali położyłem aplikacje systemu *S* zrealizowane na minikomputerach *MKJ-25* i *T2000/20*, a na drugiej aplikacje dyspozytorskiej kontroli procesu produkcyjnego, zabezpieczenia metanometrycznego i analizy zagrożenia tapaniami przygotowane na minikomputer *SMC-3*.

System *S*, w swej standardowej postaci, nie nadawał się do rozpowszechnienia ze względu na ograniczenia funkcjonalne minikomputera *MKJ-25*. Odmiana systemu *S* na minikomputerze *T2000/20*, mimo oczywistych zalet w postaci wysokiej niezawodności, funkcjonalności osiągniętej dzięki bogatemu oprogramowaniu i wyposażeniu w pamięci masowe (dysk hermetyczny ze stałymi głowicami i pamięci taśmowe) oraz pozytywnej opinii użytkownika nie nadawał się do powielenia ze względu na pochodzący z importu sprzęt. W Polsce pogłębiał się kryzys i gospodarkę studziły silne ograniczenia importowe.

Porównując dotychczasowe wdrożenia (nakłady pracy, nakłady materialne i uzyskane rezultaty) doszedłem do wniosku, że realną szansę na rozpowszechnienie dają, w ówczesnych warunkach, tylko aplikacje ograniczone do poszczególnych procesów jednostkowych występujących w kopalni, a więc produkcji, zagrożeń metanowych, zagrożeń pożarowych, zagrożeń tapaniami itd. Marzyło mi się szybkie rozpowszechnianie sprawdzonych, doświadczalną eksploatacją rozwiązanych we wszystkich kopalniach, bo widziałem zainteresowanie użytkowników, którym ułatwiały pracę, uwalniając ich od najzwyklejszych i najbardziej czasochłonnych czynności. Wiedziałem, że warunkiem koniecznym szybkiego rozpowszechniania jest łatwy dostęp do niezawodnego sprzętu komputerowego. Rynek krajowy tego nie zapewniał, ale gdyby uruchomić produkcję minikomputera klasy *HP2114B*, to ten problem by zniknął. Szczęśliwie dysponowałem odpowiednikiem *HP2114B* w postaci minikomputera *SMC-3*. Stąd wynikał mój pierwszy istotny wniosek o uruchomieniu produkcji minikomputera w *ZEG* Tychy. Przekonałem przełożonych do celowości tego kroku. Do tej pory *ZEG* produkował tylko podzespoły minikomputera *SMC-3*, które uruchamiałem początkowo ja, z czasem także moi koledzy.

Przed uruchomieniem produkcji minikomputera należało usunąć zaobserwowane niedoskonałości, drobne, ale uciążliwe. Przeprowadziłem lifting minikomputera *SMC-3* obejmujący między innymi wyposażenie w układ restartu, wprowadzenie poprawek układowych wykonywanych dotąd przez krosowanie, a także zastąpienie stosowanych dotychczas złączy krawędziowych pośrednimi typu *831/841*. Ostatnia ze zmian była konieczna, ponieważ stosowany do produkcji obwodów drukowanych laminat miał grubość zmieniającą się w zależności od serii produkcyjnej. Jak długo *ZEG* wyposażał kasety *CAMAC* w złącza *SOCAPEX* nie było w zasadzie problemu, ich sprężyste styki zapewniały



dobry kontakt z modułami. Jednak antyimportowe działania, polegające na zastąpieniu złączy *SOCAPEX* produktami czechosłowackiej firmy *TESLA*, spowodowały spore kłopoty. Styki w złączach *TESLI* wykonane były prawdopodobnie z materiału mało sprężystego, miałem nawet rażenie, że z plastycznego. Już kilkakrotne wyjęcie i włożenie modułu do kasety powodowało powstanie niepewnego połączenia lub nawet jego brak. Nie można było swobodnie wymieniać modułów między poszczególnymi egzemplarzami minikomputera *SMC-3*, więc serwisowanie stawało się koszmarem. Zmiany te wymagały przeprojektowania wszystkich obwodów drukowanych.

Zmieniłem sposób rozmieszczania kart interfejsu w kasecie (Fig.35). W minikomputerze *SMC-3* karta o najwyższy priorytecie (gniazdo o adresach selekcyjnych 10<sub>8</sub> /11<sub>8</sub> przypisanych czytelnikowi/perforatorowi) umieszczana była bezpośrednio za procesorem. Następne gniazdo musiało pozostać wolne, kolejne zajmowała karta interfejsu teletype'u itd. W efekcie magistrala *IOB* oraz pozostałe sygnały kanału wejścia-wyjścia nie były zamknięte opornością falową, co mogło zmniejszać odporność na zakłócenia. W programowanym rejestratorze *PRS-4* kartę interfejsu o najwyższy priorytecie (gniazdo o adresach selekcyjnych 10<sub>8</sub> /11<sub>8</sub>) umieściłem jako pierwszą od lewej, a ponieważ była to karta interfejsu czytelnika/perforatora, która stanowiła standardowe wyposażenie minikomputera to magistrala *IOB* oraz pozostałe sygnały kanału wejścia-wyjścia były zamknięte opornością falową. W kasecie przewidziałem 16 gniazd dla kart interfejsu, dwie zarezerwowałem na opcjonalne moduły (DMA - bezpośredni dostęp do pamięci i PR - protekcję pamięci operacyjnej, pozycje 17, 18), sześć na procesor (pozycje 19-24) i jedną na półprzewodnikową pamięć operacyjną (pozycja 25).

Oprócz dwóch podstawowych adresów selekcyjnych zgodnych z adresami przerwania (adresy od 10<sub>8</sub> do 30<sub>8</sub>) do gniazd od 16. do 4. doprowadziłem dodatkowo po 3 adresy zwiększając dostępny w kasecie zakres adresowania. Pojedyncza karta interfejsu umożliwiała wprowadzanie lub wyprowadzanie 64 sygnałów dwustanowych (wykorzystywała adresy selekcyjne 1, 0, 3, 4), zwiększając możliwości minikomputera.

Kuriozalną sprawą była nazwa *PRS-4*, którego nie pozwolono mi nazwać minikomputerem, bo do ich produkcji władze upoważniły jedynie warszawską *MERĘ* i wrocławskie *ELWRO*. Wykorzystałem funkcjonującą od roku nazwę programowane rejestratory sygnałów sejsmoakustycznych i sejsmicznych przekształcając ją na **P**rogramowany **R**eje**S**trator, a wytluszczone litery utworzyły oznaczenie minikomputera ***PRS-4***. Cyfra **4** oznaczała kolejną, czwartą już generację urządzeń *SMC* (*SMC-1T*, *SMC-2* i *SMC-3*).

Wymogłem zmianę procesu opracowania, wykonania i wdrożenia nowych systemów, ponieważ obecny, w którym wszystko właściwie robił zakład naukowo-badawczy, wyczerpał swoje możliwości. Nie mogłem realizować tych wszystkich prac, chciałem w zakładzie koncentrować się na opracowywaniu nowych aplikacji i uczestniczyć w pilotujących wdrożeniach, a także w badaniach eksploatacyjnych, ponieważ były cennym źródłem informacji o potrzebach użytkownika. W kompetencji zakładu pozostawiłem także dobór konfiguracji oraz generację oprogramowania dla każdej aplikacji oraz uruchomienie systemu.

Kompletacją i wdrażaniem sprzętu miał się zająć Zakład Kompletacji i Montażu Systemów Automatyki *CARBOAUTOMATYKA*.

Pozycja MKJ-28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Adresy selekcyjne	1	27	26	25	24	23	22	21	20	17	16	15	14	13	12	11	10
	2	30	27	26	25	24	23	22	21	20	17	16	15	14	13	12	11
Adresy selekcyjne dodatkowe	0	31	34	37	42	45	50	53	56	61	64	67	72	75			
	3	32	35	40	43	46	51	54	57	62	65	70	73	76			
	4	33	36	41	44	47	52	55	60	63	66	71	74	77			
Adresy przerwań	1	27	26	25	24	23	22	21	20	17	16	15	14	13	12	11	10
	2	30	27	26	25	24	23	22	21	20	17	16	15	14	13	12	11

Rezerwa
PM - Pulpit sterowania
UT - układ taktowania
DR - dekodery rozkazów
R07 - rejestry i arytmometry młodszego bajt
R815 - rejestry i arytmometry młodszego bajt
WVW - sterowanie operacji wejścia/wyjścia
Rezerwa
Rezerwa
Rezerwa
KI - karta interfejsu - najwyższy priorytet
KI - karta interfejsu
KI - karta interfejsu
KI - karta interfejsu - najniższy priorytet

Pozycja w kasecie: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

Pozycja PRS-4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Adresy selekcyjne	1	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	25	26	27
	2	11	12	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	25	26	27	30
Adresy selekcyjne dodatkowe	0				75	72	67	64	61	56	53	50	45	42	37	34	31
	3				76	73	70	65	62	57	54	51	46	43	40	35	32
	4				77	74	71	66	63	60	55	52	47	44	41	36	33
Adresy przerwań	1	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	25	26	27
	2	11	12	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	25	26	27	30

PAO - pamięć półprzewodnikowa (opcja)
PM - Pulpit sterowania
UT - układ taktowania
DR - dekodery rozkazów
R07 - rejestry i arytmometry młodszego bajt
R815 - rejestry i arytmometry młodszego bajt
WVW - sterowanie operacji wejścia/wyjścia
PPP - protekcja i parzystość PAO (opcja)
DMA - bezpośredni dostęp do PAO (opcja)
KI - karta interfejsu - najniższy priorytet
KI - karta interfejsu
KI - karta interfejsu
KI - karta interfejsu - najniższy priorytet

Pozycja w kasecie: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

Fig.35 Rozszyfrowanie adresów i rozmieszczenie pakietów w kasecie MKJ-28/SMC-3 i PRS-4

Lifting minikomputera rozpoczęty pod koniec sierpnia 1978 roku i trwał do połowy 1979 roku. Tym razem nie miałem już czasu, aby wszystko zrobić samemu i pracą podzieliłem się z grupą pracowników zakładu w następujący sposób:

- Marek Mokrosz zajął się modułem dekodera rozkazów *DR*,
- Andrzej Kot zajął się modułem pulpitu sterowania *PM*, który rozbudował o układ restartu,
- Janusz Suchy zajął się kartą interfejsu *KI-420*<sup>52</sup> start stopowej, dwukierunkowej transmisji bajtowej do czytnika i perforatora,
- Adam Morzycki zajął się kartą interfejsu *KI-470* przetwornika częstotliwość/ cyfra do centrali metanometrycznej *CMC-1*,

a sam zająłem się obydwoma modułami arytmometru i rejestrów *R815*, *R07*, układem taktowania *UT*, modułem sterowania operacjami wejścia-wyjścia *WeWy* oraz kartami interfejsu *KI-410* programowanego generatora przerw i kartą interfejsu *KI-430* asynchronicznej transmisji szeregowej do monitora ekranowego/ teletype'u. Przygotowałem też podstawową dokumentację zatytułowaną „*PRS-4. Wiadomości ogólne. Procesor*”, w której zawarłem wiedzę o minikomputerze, niezbędną producentowi oraz zespołom kompletującym i wdrażającym systemy. Alina Janusiewicz, pod uważnym okiem Marka Mokrosza, wykonała tytaniczną pracę projektując i optymalizując obwody drukowane wszystkich modułów.

W *ZEG*'u zajęto się mechaniką i zastąpiono stosowaną dotychczas obudowę przypominającą lodówkę przez profesjonalnie wykonany stojak 19 calowy oraz zawarto umowy z producentami urządzeń peryferyjnych (monitorów ekranowych, perforatorów, czytników taśmy, drukarek mozaikowych znakowych) i pamięci ferrytowych rdzeniowych, na dostawę tych urządzeń i podzespołów.

W dokumentacji „*PRS-4. Wiadomości ogólne. Procesor*” opisałem rozwój minikomputera obejmujący karty interfejsu przewidziane do opracowania w najbliższym czasie, a przeznaczone do pamięci: taśmowej kasetowej *KI-440*, dysków elastycznych *KI-442* i pamięci bębnowej *KI-444* oraz do modemu *V24 KI-432*. Asortyment kart interfejsu był stale rozszerzany w związku z dalszymi zastosowaniami *PRS-4*<sup>53</sup>.

Ostatnim modułem, który osobiście zaprojektowałem była karta interfejsu *KI-452* 16-wejść dwustanowych, przerywających. Jej istotą było uzyskanie pewności, że nie zostanie pominięta żadna zmiana stanu dowolnego wejścia. Takie wymaganie postawił mi Marek Dworak, kiedy pracowaliśmy nad systemem *CLO-32*<sup>54</sup> przeznaczonym do kontroli wymiany taboru na przejściach stycznych Śląskiej DOKP. Przekładając na normalny język chodziło o bilansowanie wagonów przekraczających granice Śląskiej Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych. Przydatność systemu sprawiła, że również pozostałe dyrekcje okręgowe zamówiły i zainstalowały *CLO-32*.

Ostatni moduł minikomputera *PRS-4* zaprojektowała mgr inż. Magdalena Kuczawska we wrześniu 1986 roku. Był to moduł pamięci operacyjnej, półprzewodnikowej typu *SRAM* oznaczony *MPRC-64kB* o pojemności 32k słów 16 bitowych.

W tym miejscu mógłbym zakończyć opowieść o programowanym rejestratorze *PRS-4*, który nie mógł się nazywać minikomputerem, wyprodukowanym w latach 1978-1987 w ilości przekraczającej 150 egzemplarzy. Jest to porównywalne z liczbą wyprodukowanych

---

<sup>52</sup> Każdą Kartę Interfejsu oznaczyłem 5-znakowym kodem *KI-4xy*, w którym symbol *x* oznaczał jej typ: 1 - układy taktujące, zegary, 2 - układy transmisji równoległej, bajtowej, 3 - układy transmisji szeregowej, 4 - pamięci zewnętrzne, masowe, 5 - wejścia dwustanowe, 6 - wyjścia dwustanowe, 7 - przetworniki częstotliwości, liczniki, 8 - wejścia wyjścia analogowe, a symbol *y* jej podtyp: 0 - podstawowy, 2 - rozszerzenie 1-sze, itd.

<sup>53</sup> Mokrosz M., Suchy J., Żymelka K. „Programowany rejestrator *PRS-4* podstawa automatyzacji kopalni węgla kamiennego”, *Informatyka* 8-9 listopad-grudzień 1982 strony 19-22

<sup>54</sup> Projekt racjonalizatorski nr T196/80 „Komputerowy system kontroli wymiany taboru na przejściach stycznych Śl.DOKP – *CLO-32*”, przyjęty do realizacji przez Zarząd Zabezpieczenia Ruchu i Łączności Śl.DOKP 24 grudnia 1980 roku.

egzemplarzy minikomputera *ODRA 1325*<sup>55</sup>. Ale lifting minikomputera *SMC-3* i uruchomienie seryjnej produkcji programowanego rejestratora *PRS-4* był tylko pierwszym etapem prac, które chciałem zrealizować. Celem następnego etapu, ważniejszego było opracowanie systemów przydatnych i chętnie kupowanych przez kopalnie oraz jak najszerze ich rozpowszechnienie. Etap ten zrealizowałem w czasie kierowania, w latach 1978-1981, Zakładem Systemów Sterowania *BS-3*, a potem do 1990 roku Zakładem Systemów Dyspozytorskich *ZB-7*. Wynikiem był modułowy system dyspozytorski *MSD-80*.

## **MSD-80 modułowy system dyspozytorski**

System *MSD-80* był wynikiem procesu poszukiwań, nie pozbawionym błędów, zapoczątkowanym w 1970 roku pracami nad systemem *S*. Poszukiwania rozpoczęły się próbą kompleksowego załatwienia wszystkich problemów dyspozytorski kopalnianej jednym, rozbudowanym systemem. Rezultaty wdrożenia systemu *S* w kopalni *JAN*, nie do końca zadawalające, spowodowały powstanie w środowisku zaplecza badawczego górnictwa opinii, że opracowanie systemu kontroli przebiegu produkcji oraz stanu bezpieczeństwa, który efektywnie mógłby pracować w dyspozytorski kopalnianej, jest trudne ze względu na niedostępność niezawodnego minikomputera. Wielu upatrywało przyczyn także w różnorodności i zmienności struktur technologicznych kopalń oraz w niejednolitej strukturze organizacyjnej służb dyspozytorskich. Kolejne doświadczenia, uzyskane z aplikacji systemu *S* w kopalniach: *SIERSZA*, *SZCZYGLOWICE*, *DEBIEŃSKO*, zdawały się potwierdzać tę opinię, podobnie jak doświadczenia z rejestratorami *SMC-2* i *SMC-3* podsystemu *I-EAD*.

Przyczyn takiego stanu rzeczy upatruję głównie w procesie powstawania wymagań na systemy, w którym nie wykorzystywano w wystarczającym stopniu opinii i oczekiwań przyszłych użytkowników. Pierwsze systemy służyły raczej pracownikom Zjednoczeń Węglowych i Ministerstwa Górnictwa do tworzenia statystyk oraz dyscyplinowania i porównywania kopalń między sobą, a nie samym kopalniom.

System kontroli przebiegu produkcji w kopalni *ZOFIÓWKA* powstał w wyniku krytycznej analizy rezultatów działania minikomputera *SMC-3* zastosowanego do zbierania informacji na potrzeby podsystemu *I-EAD*, analizy dokonanej przez użytkownika. Uczestniczyłem w dyskusjach z Romanem Trzaskalikiem i początkowo uparcie broniłem wdrożonego przez nas rozwiązania. W końcu przekonał mnie do swoich racji. Po tych dyskusjach „otworzyłem się” na potrzebę spokojnego wysłuchiwania opinii i oczekiwań przyszłego użytkownika. W dalszej pracy nigdy takich uwag nie lekceważyłem i tego samego wymagałem od swoich pracowników. W tym upatruję podstawowego źródła sukcesów w rozpowszechnianiu modułów systemu dyspozytorskiego *MSD-80*.

## **Struktura modułowego systemu dyspozytorskiego MSD-80**

System kontroli przebiegu produkcji w kopalni *ZOFIÓWKA* podważył opinię, że niemożliwe jest opracowanie funkcjonalnego, nadającego się dla każdej kopalni systemu kontroli przebiegu produkcji i bilansowania wydobywania, ponieważ posiadał następujące cechy:

- identyczny sposób kontroli przodków wydobywczych, zapewniający wystarczająco dokładną lokalizację przyczyny (winowajcy) postępu,
- czytelność raportów o pracy przodków i urządzeń ścianowych w przekroju całej zmiany,
- prosty sposób bilansowania wydobywania z przodków, nie wymagający

---

<sup>55</sup> Bilski E. „Wrocławskie zakłady Elektroniczne ELWRO. Okres maszyn cyfrowych *ODRA*”, *Informatyka* nr 8-12 1989 strony 26-30

- kłopotliwych w eksploatacji wag taśmociągowych,
- przygotowanie danych do dalszego przetwarzania wsadowego na kopalni i dla kopalni,
- prostotę obsługi,
- możliwość łatwej rozbudowy funkcjonalnej,
- wykorzystanie łatwo dostępnego, niezawodnego minikomputera.

Następne wdrożenia zrealizowane na minikomputerze *SMC-3* w kopalniach *WESOŁA* (centrala metanometryczna *CMC-1*) i *SZOMBIERKI* (analiza zagrożeń tapaniami) potwierdziły doświadczenia *ZOFIÓWKI*. Pokazały również możliwość ujednoczenia części komputerowej, ponieważ bazą tych systemów był ten sam minikomputer *SMC-3*. Systemy różniły się konfiguracją interfejsu przemysłowego (zestawem kart interfejsu) oraz oprogramowaniem użytkowym. Tak się szczęśliwie złożyło, że we wszystkich trzech aplikacjach miałem swój udział, nie tylko w postaci zaprojektowanego przeze mnie minikomputera *SMC-3*. Dobrze poznałem problemy występujące podczas wdrażania systemów w kopalniach i doszedłem do wniosku, że tylko w taki sposób możemy rozpowszechnić w kopalniach wyniki naszych prac.

Trzy wymienione aplikacje minikomputera *SMC-3* rozstrzygnęły empirycznie spór toczony przez zwolenników ścierających się w *EMAG'u* tendencji:

- zastosowania jednego minikomputera zdolnego do kontroli wszystkich procesów technologicznych, jak miało to miejsce w kopalniach *SIERSZA*, *SZCZYGLÓWICE*, *DEBIENSKO* i *WESOŁA*, w których wdrożono system *S*,
- dekompozycji procesu technologicznego na poszczególne procesy jednostkowe i zastosowanie do kontroli każdego z nich oddzielnego modułu złożonego z prostego, taniego, niezawodnego minikomputera z odpowiednim zestawem czujników, dedykowaną transmisją sygnałów i oprogramowaniem użytkowym, jak miało to miejsce w kopalniach *WESOŁA (CMC-1)*, *SZOMBIERKI* (ocena zagrożeń tapaniami), *ZOFIÓWKA* (kontrola przebiegu produkcji), w których wdrożyliśmy systemy bazujące na minikomputerze *SMC-3*.

Do rozstrzygnięcia sporu doprowadziły prace, w których brałem udział, co bardzo mnie cieszyło. Zaprojektowałem też podstawową bazę sprzętową w postaci minikomputera *MKJ-28/ SMC-3* w sposób zapewniający przejęcie całego oprogramowania maszyn cyfrowych *HP2114B* i doprowadziłem do uruchomienia produkcji *PRS-4* w *ZEG*. Brałem udział w opracowaniu, uruchomieniu, wdrożeniu i badaniach eksploatacyjnych pierwszych modułów. Zgromadziłem zespół świetnych fachowców, którym zapewniłem warunki do spokojnej i efektywnej pracy.

Przebieg i rezultaty badania instalacji doświadczalnej cyfrowej centrali metanometrycznej *CMC-1* w kopalni *WESOŁA* uświadomiły mi, że należy wsłuchiwać się w potrzeby przyszłego użytkownika, ale nie można bezkrytycznie uwzględniać wszystkich życzeń i niezwłocznie modyfikować funkcje realizowane przez system. Łatwość modyfikacji realizowanych funkcji przez zmianę programu spowodowała, że nasi koledzy z Zakładu Metanometrii akceptowali bezkrytycznie wszystkie żądania kopalni wymuszając niezwłoczne na mnie wprowadzanie zmian. Ponieważ specyfikację wymagań na system, będącą podstawą wykonania oprogramowania, przygotowali oni nie mogłem odmówić. Z czasem wnioskujący wycofywali się z 60-70% proponowanych zmian, ale do wersji wcześniejszej nie można było wrócić, ponieważ w międzyczasie wprowadzono następne zmiany. W efekcie pod koniec badań oprogramowanie centrali *CMC-1* było właściwie jedną wielką poprawką i musiało zostać napisane praktycznie od nowa. Przełożonym wytłumaczyłem to realizacją żądania Ministerstwa Górnictwa i Wyższego Urzędu Górniczego, aby dla zapewnienia wysokiej

niezawodności konfiguracja systemu była dwukomputerową. W rzeczywistości centrala dwukomputerowa *CMC-1/2* była zestawem dwóch niezależnie pracujących central *CMC-1*, wykonanych na minikomputerze *PRS-4*, obsługujących do 64 czujników każda, umieszczonych we wspólnym stojaku.

Bolesne doświadczenie spowodowało, że odtąd dużo czasu przeznaczałem na „wysłuchiwanie się” w potrzeby kopalń i nigdy już nie zgodziłem się by ktoś arbitralnie narzucał mi specyfikację wymagań na system. „Wysłuchiwanie” nie polegało oczywiście na bezkrytycznym przyjmowanie wszystkich propozycji kopalń. Najczęściej, po wstępnym rozeznaniu problemu przedstawialiśmy naszą propozycję, do której otrzymywaliśmy wiele uwag od różnych użytkowników, często sprzecznych z sobą. Odkładaliśmy je na pewien czas, bo okazywało się często, że po pewnym czasie wnioskodawcy sami wycofywali się ze swych propozycji. Po takim okresie karencji modyfikowaliśmy naszą propozycję i powtórnie przedstawialiśmy kopalniom. Najczęściej była akceptowana bez zastrzeżeń. Metodę taką stosowaliśmy nie tylko podczas opracowania nowych systemów/modułów, ale też podczas ich modyfikacji i rozwoju. Zawsze przynosiło to znakomite rezultaty, czego najlepszym przykładem był zakres rozpowszechnienia modułów systemu dyspozytorskiego *MSD-80* (Fig.37).

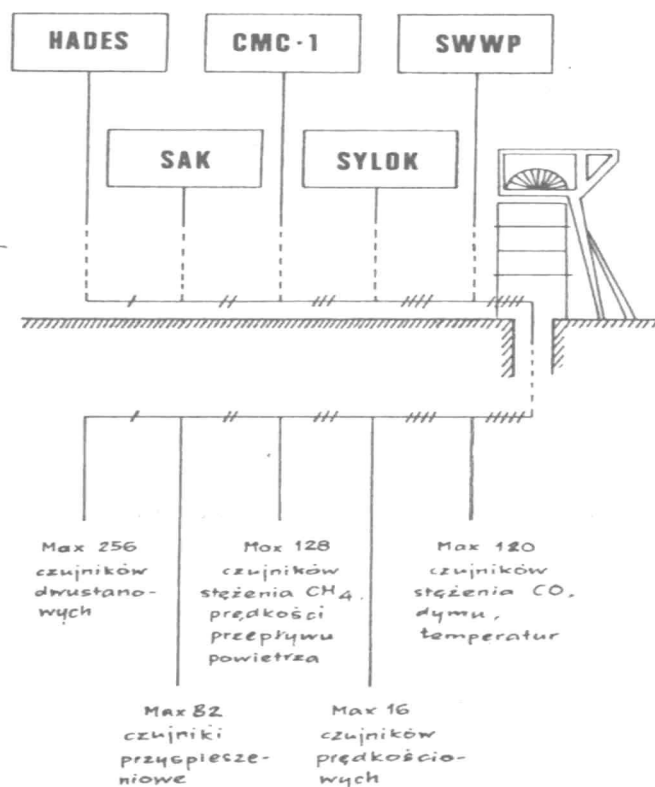


Fig. 36 Modułowy system dyspozytorski MSD-80

System *MSD-80* miał strukturę modułową (Fig.36). Poszczególne specjalizowane moduły wykorzystywały standardowy minikomputer *PRS-4* wyposażony w zestaw kart interfejsu (kanał przemysłowy), układy transmisji sygnałów oraz czujniki dostosowane do realizowanych zadań. Również oprogramowanie, różne dla poszczególnych modułów, tworzone wykorzystując standardowe programy systemowe, narzędziowe i biblioteki. Opracowaliśmy następujące moduły:

- SAK przeznaczony do oceny zagrożeń tąpnięciami w oparciu o bierne

metody sejsmoakustyki<sup>56</sup>,

- *HADES* przeznaczony do kontroli przebiegu procesu produkcyjnego oraz kontroli wybranych parametrów bezpieczeństwa<sup>57</sup>,
- *SYLOK* przeznaczony do automatycznej, natychmiastowej lokalizacji miejsca wystąpienia wstrząsu i określania jego energii<sup>58</sup>,
- *CMC 1/2* przeznaczony do centralnego zabezpieczenia kopalni przed wybuchem metanu<sup>59</sup>.

Do eksploatacji oddano także dwa inne moduły, jednak ich rozpowszechnienie było jednostkowe. Były to:

- *SWWP* przeznaczony do wczesnego wykrywania pożarów<sup>60</sup>,
- *SAK-SG* przeznaczony do wczesnego wykrywania wyrzutów gazu i skał.

### *SAK system oceny zagrożeń tąpnięciami biernymi metodami sejsmoakustyki*

Doświadczalna eksploatacja rejestratora sygnałów sejsmoakustycznych z transmisją *TSA-32* w kopalni *POKÓJ* przyniosła na tyle obiecujące rezultaty, że przedyskutowaliśmy je z pracownikami działów tapani kilku innych kopalni, między innymi *SZOMBIERKI* i *WUJEK*. W kopalni *SZOMBIERKI*, gdzie wdrażaliśmy urządzenie *SMC-2s* i minikomputer *SMC-3*, wielką pomocą i radami służyli nam mgr inż. Ewa Paszta - geofizyk oraz mgr inż. Franciszek Drewniok. Natomiast w kopalni *WUJEK* korzystaliśmy z rad mgr inż. Miłregi syna byłego ministra górnictwa oraz mgr inż. Jana Kozy, który poprzednio pracował w *EMAG*'u. Wynikiem dyskusji i sporów był system oceny zagrożeń tąpnięciami *SAK*, którego głównymi autorami byli Marek Dworak w zakresie oprogramowania oraz Zbigniew Isakow w zakresie specjalizowanego interfejsu do transmisji *TSA-32*.

Zadaniem systemu *SAK* była rejestracja sygnałów z maksymalnie 32 geofonów oraz określanie parametrów tych sygnałów. W odróżnieniu od urządzenia klasyfikacji sygnałów sejsmoakustycznych *SMC-2s* rejestrowano nie tylko amplitudę sygnałów, ale także czas rozpoczęcia i zakończenia sygnału w każdym kanale. Na tej podstawie określano następnie czas trwania sygnałów, co w połączeniu z amplitudą pozwalało na dokładniejsze niż dotychczas określanie energii umownej bieżącej oraz jej wartości średniej za zdefiniowany okres czasu. Wyliczano także aktywność górotworu bieżącą oraz jej wartość średnią za zdefiniowany okres czasu. Na podstawie różnic czasowych pojawienia się sygnałów w poszczególnych kanałach wyznaczano rejony występowania spękań górotworu. Tak określone parametry służyły do przygotowania prognozy zagrożenia tąpnięciami według metody opracowanej w Głównym Instytucie Górnictwa. Pierwsze wdrożenie miało miejsce w lutym 1980 roku w kopalni *SZOMBIERKI*, a w uznaniu nowatorskiego charakteru projektu oraz jego znaczenia dla górnictwa Ministerstwo Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki

---

<sup>56</sup> Dworak M., Isakow Z. „Bierne i aktywne metody sejsmoakustyki w systemie oceny zagrożeń tąpnięciami”, *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* nr 11 (164) 1982 strony 33-36

Żymelka K. „Stacjonarna aparatura sejsmoakustyczna i sejsmiczna do oceny zagrożeń tąpnięciami oraz lokalizacji wstrząsów”, *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* nr1 1987 strony 45-49

<sup>57</sup> Dec B., Gajoch A. „HADES – oprogramowanie cyfrowego systemu kontroli parametrów produkcji”, *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* nr 2 (147) 1981 strony 35-39

<sup>58</sup> Dworak M., Isakow Z. „System SYLOK – rejestracji i automatycznej lokalizacji wstrząsów”, *materiały XI Sympozjum Automatyczna kontrola i wczesne wykrywanie zagrożeń w górnictwie, Tresna, październik 1982* strony 140-151

Żymelka K. „Stacjonarna aparatura sejsmoakustyczna i sejsmiczna do oceny zagrożeń tąpnięciami oraz lokalizacji wstrząsów”, *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* nr1 1987 strony 45-49

<sup>59</sup> Dworak M., Piela J., Żymelka K. „Zabezpieczenie metanometryczne kopalni” *materiały VIII Sympozjum Systemy zarządzania i sterowania kopalniami, Szklarska Poręba, październik 1979* strony 63-75

<sup>60</sup> Karolczak Z., Marszałek E., Mróz J., Szebesta A. „Systemy wykrywania zagrożeń pożarowych w kopalniach”, *materiały VI Konferencji ICAMC Katowice 1980* strony 118-131

przyznało zespołowi autorskiemu w 1982 roku nagrodę za „Cyfrowy system rejestracji sygnałów sejsmoakustycznych”.

### HADES – system kontroli procesu produkcyjnego kopalni

Na przełomie 1978/79 roku zakończyłem wdrożenie systemu *S* na minikomputerze *T2000/20* w kopalni *WESOŁA*, wycofałem rezydujących tam, od 1976 roku, programistów i utworzyłem zespół, którego zadaniem było opracowanie systemu kontroli podstawowego procesu kopalni - przebiegu produkcji węgla. Kierownikiem zespołu został Bogumił Dec, który z Andrzejem Gajochem zajął się oprogramowaniem. Przydzieliłem do zespołu Marka Mokrosza i Andrzeja Kota, sprzętowców znających dobrze minikomputer *PRS-4*. Zaproponowałem by wspólnie dobrali konfigurację sprzętu oraz skłoniłem ich do wykorzystania sposobu kontroli przebiegu produkcji i bilansowania wydobywania zastosowanego w kopalni *ZOFIÓWKA*. Zmienili jedynie rozdzielczość wykresów obrazujących pracę przodka z 2 od 6 minut, co pozwoliło na przedstawienie zmianowego wykresu pracy w pojedynczej linii ekranu monitora, znakomicie poprawiając percepcję informacji. Wykorzystali także metodę kontroli wybranych parametrów bezpieczeństwa, którą wcześniej zastosowali w systemie *T2000/20* w kopalni *WESOŁA*.

Efektom prac był system kontroli procesu produkcyjnego nazwany, przez twórców oprogramowania Bogumiła Deca i Andrzeja Gajocha, *HADES*. Zadaniem systemu *HADES* była bieżąca kontrola przebiegu i parametrów procesu produkcyjnego obejmująca: urabianie węgla, jego odstawę i transport, ciągnięcie szybami oraz monitorowanie wybranych parametrów stanu bezpieczeństwa: pracy wentylatorów głównych i lokalnych, pomp odwadniających, sprężarek i tam wentylacyjnych, stanu instalacji przeciwpożarowych oraz poziomu wody w rzepiach.

Dla uwolnienia dyspozytora od informacji nieistotnej (wtórnej) stosowano selekcję strukturalną i czasową z dwoma, dowolnie ustalonymi dla każdego urządzenia, interwałami czasowymi, po których dyspozytor otrzymywał komunikat ostrzegawczy albo alarmowy. Ten ostatni informował o wystąpieniu stanu krytycznego wymagającego natychmiastowej reakcji dyspozytora.

System *HADES* stanowił wyposażenie dyspozytorni głównej, a monitory systemu stanowiły wyposażenie stanowiska dyspozytora głównego kopalni. Niezależnie od informacji przedstawianej na ekranach monitorów wybrane informacje potrzebne do szybkiej oceny stanu procesu technologicznego prezentowane były na statycznych tablicach synoptycznych<sup>61</sup>.

Pierwszy system kontroli parametrów produkcji *HADES* wdrożyliśmy w lutym 1980 roku w kopalni *MOSZCZENICA*. Wielkiej pomocy w czasie wdrożenia systemu udzielili nam mgr inż. Bugla – szef służb teletechnicznych kopalni oraz mgr inż. Jan Kacy - Główny Inżynier ds. Energomaszynowych.

Uznając przydatność systemu w praktyce górniczej Ministerstwo Górnictwa i Energetyki przyznało zespołowi autorskiemu w 1984 roku nagrodę za „System kontroli parametrów produkcji *HADES* dla kopalń o zróżnicowanej strukturze odstawy urobku”.

### SYLOK system lokalizacji wstrząsów

Stosowane w kopalniach aparaty sejsmiczne *RACAL THERMIONIC* i *GÓRNIK* umożliwiały wyłącznie rejestrację fal sejsmicznych. Pierwsza z nich zapisywała sygnały na taśmie magnetycznej, którą po zakończeniu zmiany produkcyjnej przestłuchiwało, wybierano interesujące zapisy i lokalizowano wstrząsy oraz wyznaczano ich energie. Metodę cechowało

---

<sup>61</sup> Żymetka K. „Monitorowanie procesów technologicznych i stanu bezpieczeństwa w dyspozytorniach polskich kopalń węgla kamiennego”, Wydawnictwo Instytutu Systemów Sterowania, Chorzów 2000.



znaczne, dochodzące do wielu godzin opóźnienie pomiędzy wystąpieniem wstrząsu a jego analizą. Druga z aparatów wyposażona była w zamkniętą pętlę taśmy magnetycznej, która pozwalała na zapamiętanie sygnałów przez czas pozwalający na załączenie rejestratora X-t i zapisanie ich na taśmie papierowej. W tym przypadku już po kilkudziesięciu sekundach personel stacji mógł rozpocząć analizę zarejestrowanego wstrząsu. Problem pojawiał się w przypadku wystąpienia, niezwłocznie po pierwszym wstrząsu wtórnego.

Analizą zarejestrowanych równocześnie we wszystkich kanałach fal, dla określenia energii i lokalizacji miejsca wystąpienia wstrząsu, zajmowali się pracownicy działów ds. tąpnięć, często byli to geofizycy. Odbywało się to przez określenie czasu pojawienia się fali  $P$  lub  $S$  (w zależności od stosowanej metody lokalizacji) i wyznaczenie różnicy czasu pojawienia się tych fal w poszczególnych kanałach. Tak określone różnice czasowe, przy znanych koordynatach stanowisk sejsmometrów i założonej prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych ( $\sim 4000$  m/s) pozwalały na znalezienie epicentrum wstrząsu. Energię wstrząsu określano na podstawie maksymalnej amplitudy i czasu trwania zarejestrowanych sygnałów. Dokładność lokalizacji zależała od doświadczenia pracownika analizującego zarejestrowane przebiegi, który musiał precyzyjnie ustalić początek fali. Było to trudne, bo aparatura rejestrowała też zakłócenia nakładające się na przebieg podstawowy.

Naszym celem była początkowo półautomatyczna, a następnie automatyczna, prowadzona na bieżąco lokalizacja wstrząsów i określenie ich energii. Prace rozpoczęliśmy pod koniec 1979 roku. Kończyły się właśnie przygotowania do wdrożenia prototypu modułu SAK, dlatego Marek Dworak i Zbigniew Isakow mogli zmierzyć się z nowym wyzwaniem.

Zadaniem systemu SYLOK było rozpoznawanie i zgrubne określanie początku sygnału sejsmicznego oraz zapamiętanie przebiegu z okresem poprzedzającym o 1,5 s zgrubnie rozpoznany początek. Tak zapamiętany przebieg wykorzystywany był do przeprowadzenia dokładnej analizy i określenia najbardziej prawdopodobnego początku sygnału (zwanego też pierwszym wejściem) w każdym kanale. Informację tę w postaci wykresu zarejestrowanych przebiegów z zaznaczeniem pierwszego wejścia w każdym kanale przedstawiano na ekranie monitora. Użytkownik systemu mógł zaakceptować tę propozycję lub korygować ją zgodnie ze swoim widzeniem sprawy. Druga możliwość była szczególnie przydatna dla wstrząsów o małej energii albo odległych, dla których automatyczne rozpoznanie pierwszego wejścia było mniej dokładne. Po akceptacji system wyliczał epicentrum wstrząsu i określał jego energię.

Wymagało to również poprawienia jakości przesyłanych sygnałów sejsmometrycznych. Z naszej inspiracji, koledzy z Zakładu Transmisji zaprojektowali i wykonali transmisję sygnałów sejsmometrycznych TSS<sup>62</sup>.

Realizacja prac była wielkim wyzwaniem, ponieważ wcześniej nie próbowano zrealizować automatycznej lokalizacji epicentrum wstrząsu i określenia jego energii. Oprogramowaniem zajmował się Marek Dworak, który wykorzystał elementy algorytmu doktora Andrzeja Kijki z Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, natomiast Zbigniew Isakow zajmował się specjalistycznym interfejsem do transmisji TSS. System wyposażono także w autonomiczny układ, który zapewniał rejestrację analogową na taśmie papierowej 8-kanałowego rejestratora X-t, pozwalający na stosowanie tradycyjnej metody rozpoznania pierwszych wejść i lokalizacji epicentrum. Autorem tego rozwiązania był mgr inż. Sławomir Wysoki, który zaprojektował także układ synchronizacji czasu ze stacją OMA.

<sup>62</sup> TSS - układ transmisji sygnałów sejsmometrycznych zapewniał dynamikę nie gorszą niż 72 dB w zakresie częstotliwości 0,1 – 50 Hz, przy małych zniekształceniach fazowych. Dla porównania aparatura RACAL THERMIONIC zapewniała dynamikę  $\sim 40$  dB i górną granicę przenoszonych częstotliwości 33 Hz, a GÓRNIK odpowiednio 60 dB i 20 Hz. Dzięki zastosowaniu wzmocnienia sygnałów bezpośrednio przy sejsmometrze i przesyłanie ich na powierzchnię w postaci prądowej, odpornej na zakłócenia wyeliminowano błędy występujące w przypadku aparatury GÓRNIK oraz błędy fazowe prowadzone przez dolowy modulator sygnałów aparatury RACAL THERMIONIC.

Prace zakończyło wdrożenie prototypu modułu *SYLOK* w 1983 roku, w kopalni *SZOMBIERKI*, a zespół autorski otrzymał w 1984 roku nagrodę Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki za „System lokalizacji wstrząsów *SYLOK*”.

#### *CMC-1/2 cyfrowa centrala metanometryczna, dwukomputerowa*

Badania urządzenia doświadczalnego cyfrowej centrali metanometrycznej *CMC-1*, rozpoczęte w maju 1978 roku, zakończyły się pod koniec roku następnego. Niestety nie udało się nam przekonać decydentów z Ministerstwa Górnictwa i Wyższego Urzędu Górniczego o wystarczającej niezawodności minikomputera *PRS-4*, potwierdzonej zresztą rezultatami przeprowadzonych badań. Zmieniliśmy konfigurację centrali na dwukomputerową, nazwaną *CMC-1/2*. Każdy z minikomputerów *PRS-4* kontrolował 64 czujniki analogowe (niskiego stężenia metanu, wysokiego stężenia metanu i prędkości przepływu powietrza) oraz 64 urządzenia wyłączające energię elektryczną w zagrożonym rejonie kopalni. Specjalizowane oprogramowanie użytkowe wraz z bazą danych pomiarowych mieściło się w pamięci operacyjnej o pojemności 64 kB. Wagę problemu i nowatorstwo projektu doceniło Ministerstwo Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki przyznając w 1979 roku zespołowi autorskiemu nagrodę zespołową za „Urządzenie do automatycznego zabezpieczenia metanowego kopalń”.

Opracowana przez dr Henryka Michalika, z Jastrzębskiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego i zatwierdzona przez Wyższy Urząd Górniczy, instrukcja precyzowała metodę konfigurowania systemu tak, aby w przypadku uszkodzenia jednego z minikomputerów zachowana została możliwość kontroli zagrożenia metanowego w całej kopalni. Instrukcja regulowała też sposób zarządzania wersjami oprogramowania oraz archiwizowania wyników poszczególnych pomiarów stężenia metanu i prędkości przepływu powietrza, między innymi dla celów prokuratorskich.

Pomiar realizowany był automatycznie w 4. minutowym cyklu pomiaru dla każdego czujnika, z zachowaniem możliwości wykonywania przez dyspozytora dodatkowo pomiaru ręcznego. Wyniki pomiarów porównywano z zadanymi progami ostrzegawczymi i alarmowymi. Przekroczenie progu ostrzegawczego wyzwało alarm informujący dyspozytora o zdarzeniu, a przekroczenie progu alarmowego powodowało automatyczne wyłączenie energii elektrycznej w zagrożonym rejonie. Reakcje takie wywoływało przekroczenie nastawionych progów dla czujników niskiej koncentracji metanu oraz obniżenie poniżej nastawionych wartości dla czujników wysokiej koncentracji metanu i anemometrów (czujników prędkości przepływu powietrza). Załączenie energii elektrycznej było możliwe po powrocie mierzonego parametru do normy i wymagało akceptacji dyspozytora. Centrala *CMC-1/2* stanowiła wyposażenie dyspozytorni głównej lub dyspozytorni metanometrycznej kopalni i została po raz pierwszy zainstalowana w kopalniach *WESOŁA* w 1981 roku.

Ale zanim do tego doszło centralę *CMC-1/2* spotkało niebywałe wyróżnienie. W Katowicach w 1979 roku uroczystie oddano do użytku *Dom Partii*, który „cysorz” Grudzień zbudował w miejscu wyburzonych, pięknych, modernistycznych kamieniczek, nieopodal monumentalnego gmachu Urzędu Wojewódzkiego, wzniesionego w Katowicach w 1927 roku. *Dom Partii*, zwany był przez ogół mieszkańców Śląska *Domem Bez Kantów*, ze względu na zaokrąglony kształt lub *Białym Domem*, ze względu na kolor ścian. Uroczystości towarzyszyła jakaś konferencja partyjna, którą zaszczycił własną osobą Edward Gierek. Z tego powodu w *Domu Bez Kantów* zorganizowano wystawę największych osiągnięć województwa, w tym osiągnięć technicznych.

Centrum *EMAG* wystawiało centralę *CMC-1/2*. Widać liczone, że Gierek jako górnik zainteresuje się naszym urządzeniem. Centralę przewieziono na miejsce, sprawdziłem działanie i wyłączyłem, bo wszystkich wyproszone, aby służby specjalne mogły przygotować

budynek na wizytę gości. Wtedy dyrektor techniczno-naukowy Centrum EMAG zaczął się martwić, co będzie, jeśli w obecności Gierka zdarzy się coś nieprzewidzianego i awarię centrali zobaczy najważniejsza osoba w kraju. Albo Gierek zapyta o szczegóły. Przez sekretarkę otrzymałem polecenie stawienia się we wiadomym dniu w gabinecie dyrektora, w mundurze galowym. Nie miałem nie tylko galowego, ale żadnego munduru. Moje tłumaczenia nie zdały się na nic. Polecono mi zameldować się natychmiast u wspomnianego dyrektora. Cóż miałem robić, pojechałem. Łudziłem się, że nic z tego nie będzie, bo przecież w kilka godzin nikt munduru mi nie uszyje.

Zgłosiłem się w sekretariacie. Po chwili znalazłem się w gabinecie, w którym dyrektor zakładał nowiuteńki, prosto spod igły galowy mundur. Na mój widok łaskawie wskazał na swój stary mundur i polecił mi przebrać się. Cóż było robić, przebrałem się.

Pojechaliśmy na wystawę. Wszyscy przechodzący górnicy patrzyli na mnie podejrzliwie. Powodem był brak odznaczeń, co wyróżniało mnie spośród wszystkich umundurowanych. Mundur, który miałem na sobie miał na rękawach dystynkcje dyrektora górniczego najwyższego I-stopnia i brak odznaczeń szczególnie dziwił. Pewnie wszyscy przechodzący uważali mnie za tajniaka pracującego się pod przykryciem górnika. Czułem się fatalnie.

Tuż przed przejściem Gierka, któryś z ochraniarzy zahaczył leżący na posadzce przedłużacz, wszystkie instalacje były prowizoryczne, odłączając zasilanie, centrala *CMC-1/2* przestała działać. Gierek niczego nie zauważył, co było do przewidzenia, po prostu nie zwrócił uwagi na nasz eksponat. Straciłem cały dzień, a jedyną pociechą była możliwość zakupu interesujących książek, normalnie niedostępnych, na zainstalowanym tam stoisku. Skorzystałem z tej okazji kupując między innymi synowi poszukiwanego *Kubusia Puchatka* i tak usatysfakcjonowany opuściłem z ulgą dom bez kantów.

#### *SWWP system wczesnego wykrywania pożarów*

System wczesnego wykrywania pożarów SWWP był właściwie jednokomputerową wersją centrali *CMC-1/2*, dostosowaną do wykrywania pożarów endo- i egzogenicznych. Modyfikacja polegała na zmianie czujników i oprogramowania. Pozostawiono anemometry, czyli mierniki prędkości przepływu powietrza, a czujniki stężenia metanu zastąpiono analizatorami tlenu węgla oraz czujnikami: dymu, różnicy ciśnień, temperatury powietrza i górotworu. Zmodyfikowano oprogramowanie użytkowe, które uzupełniono specjalnymi procedurami pomiarowymi oraz przetwarzającymi. Prace, którymi kierował mgr inż. Jerzy Mróz, wykonali nasi koledzy z Zakładu Metanometrii.

System stanowił wyposażenie działów wentylacji kopalni, a pierwsze wdrożenie miało miejsce w kopalni *STASZIC* w 1982 roku.

#### *SAK-SG system wczesnego wykrywania wyrzutów gazu i skał*

Tak jak SWWP był wersją *CMC-1/2*, tak SAK-SG był wersją systemu oceny zagrożeń tapaniami SAK, dostosowaną do oceny zagrożenia wyrzutami gazu i skał. Ten rodzaj zagrożeń był specyficzny dla kopalń Wałbrzyskiego Zagłębia Węglowego. Gazem, który tam występował był tlenek węgla. Jego niewielka nawet ilość była śmiertelna. W tamtejszych kopalniach wyrzuty gazu i skał kończyły się często licznymi śmiertelnymi ofiarami wśród załóg dołowych.

Wykorzystując doświadczenia pracowników wałbrzyskich kopalń Marek Dworak zmodyfikował oprogramowanie systemu SAK, w sposób ułatwiający analizę zagrożeń wyrzutami i w 1981 roku wdrożyliśmy ten system w kopalni *NOWA RUDA*. Do dziś pamiętam zdarzenie towarzyszące uruchomieniu systemu w kopalni, zdarzenie prawdziwe, choć o anegdotycznym charakterze.

Zazwyczaj zespół wdrażający składał się z Marka Dworaka i Zbigniewa Isakowa, czasami towarzyszyłem im, ale tylko w przypadku, gdy była szansa na dalszą współpracę lub

na zawarcie umowy wdrożeniowej. Tym razem sprawa była widocznie bardzo ważna, bo system miał uruchomić ówczesny minister górnictwa. Na kopalnię z nami wybrał się jeszcze mój szef - główny inżynier ds. systemów sterowania oraz wspomniany już dyrektor techniczno-naukowy. Ku mojemu rozbawieniu, największym zmartwieniem dyrektora nie była troska o funkcjonowanie systemu, ale ubiór ministra.

*Bo jeśli* – tłumaczył mi z powagą dyrektor - *minister będzie w mundurze galowym (czarny z piórami) to on też musi w takim wystąpić, jeśli w mundurze służbowym (szary) to on też, a jeśli w garniturze to nie wypada mu być w mundurze.* Takie rozterki przeżywał dyrektor. Po wahaniach zdecydował, że przygotowuje się na każdą sytuację. Pojechał w garniturze, mundury spakował do bagażnika służbowego oczywiście samochodu.

Na miejscu tuż przed wizytą ministra wyłączono napięcie w sieci zasilającej i system przestał działać. Staralem się uspokoiłem przerażonego dyrektora, że minister nie zorientuje się jak sprawy się mają, ale nie chciał mnie słuchać. Po chwili pojawił się minister w towarzystwie dyrektora kopalni. W przystępny sposób omówiłem zadania i funkcje systemu.

*Pan minister widzi, że wszystko działa* - powiedziałem wskazując ekran monitora. W tym momencie przywrócono zasilanie, włączyła się drukarka, ekran monitora zamigotał. Minister spojrział na ekran, ze zrozumieniem pokiwał głową, pochwalił wspaniałe, nowatorskie rozwiązanie i zadowolony pognął ze swą świtą do, jak potem się dowiedziałem, klubu *SITG* (Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa) na zakraplany obiad.

Dyrektor kopalni zaprosił jeszcze na obiad, dochodzącego do siebie, dyrektora oraz mojego szefa. Od tego ostatniego dowiedziałem się, jaki był dalszy przebieg wizyty ministra. Na progu klubu czekał umyślny z butelką znakomitego, francuskiego koniaku w jednej ręce i zapalkami w drugiej. Dyrektor kopalni poprosił ministra o rozpalenie stylowego kominka mówiąc, że jest to zadanie trudne, ale kto dokona tej sztuki pierwszą zapalką otrzymuje wspaniałą nagrodę, tu pokazał butelkę. Minister pstryknął pierwszą zapalką, z kominka wystrzelił płomień. Widać dołożono starań by uniknąć przykrej niespodzianki. Rozpromieniony minister odebrał nagrodę. Taki drobiazg jak system oceny zagrożeń wyrzutami gazu i skał nikogo już nie interesował. Nie dowiedziałem się niestety, czy minister otworzył butelkę. Na ten temat mój szef milczał jak grób.

## **Rozpowszechnienie modułowego systemu dyspozytorskiego MSD-80**

### *System dyspozytorski MSD-80 w Polsce*

Pierwsze moduły systemu dyspozytorskiego *MSD-80* zainstalowaliśmy w kopalniach *SZOMBIERKI (SAK)* i *MOSZCZENICA (HADES)*, w lutym 1980 roku. Okazało się, że znakomicie trafiliśmy w oczekiwania użytkowników<sup>63</sup>, bo rozwiązał się worek z zamówieniami. Do końca 1980 roku zainstalowaliśmy jeszcze moduły systemu dyspozytorskiego *MSD-80* w 5 kopalniach: *WUJEK* i *MIECHOWICE (SAK)*, *PNIÓWEK* i *KNURÓW (HADES)* oraz *NOWA RUDA (SAK-SG)*.

Rok następny przyniósł instalacje w 9 kopalniach: *DYMITROW*, *POKÓJ*, *KLEOFAS*, *WIECZOREK* i *BOBREK (SAK)*, *BORYNIA*, *JASTRZĘBIE* i *ZIEMOWIT (HADES)* oraz *WESOŁA (CMC-1/2)*. W ostatnim przypadku była to instalacja wykonana wspólnie z kolegami z Zakładu Metanometrii. Po niecałych dwóch latach, od rozpoczęcia wdrożeń, w polskich kopalniach pracowało już 16 modułów systemu dyspozytorskiego *MSD-80*.

---

<sup>63</sup> Żymelka K. „Aktualny stan wdrażania komputerowych systemów kontroli produkcji i bezpieczeństwa w polskich kopalniach węgla kamiennego – wyniki dotychczasowej eksploatacji”, *Symposium Systemy sterowania kopalniami w latach 80. Dolni Lomna C.S.S.R. 3-5 listopad 1981*

Do roku 1987, który był ostatnim rokiem rozpowszechniania, w polskich kopalniach zainstalowaliśmy 84 moduły systemu dyspozytorskiego *MSD-80* (*SAK* – 32 szt., *SAK-SG* – 1 szt., *SYLOK* – 16 szt., *HADES* – 26 szt., *CMC-1/2* – 7 szt. i *SWWP* – 2 szt.).

W połowie lat 90. XX wieku w polskich kopalniach pracowały jeszcze 64 moduły systemu dyspozytorskiego *MSD-80* (*SAK* – 30 szt., *SYLOK* – 17 szt., *HADES* – 11 szt., *CMC-1/2* – 6 szt.).

Zespoły autorskie, które opracowały i wdrożyły do przemysłowej eksploatacji moduły systemu *MSD-80* otrzymały 7 prestiżowych nagród, w tym 3 - Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, 2 - Naczelnej Organizacji Technicznej i 2 - Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

Minikomputer *PRS-4* znalazł zastosowanie także poza górnictwem węgla kamiennego między innymi w kolejnictwie, kombinatach górniczo-hutniczych metali kolorowych, kopalniach zagłębia miedziowego. Jedną ze spektakularnych aplikacji minikomputera *PRS-4* był system *CESARO*<sup>64</sup> przygotowany przez profesora Ryszarda Tadeusiewicza z Akademii Górniczo-Hutniczej. W roku 1979 Sekretarz Polskiej Akademii Nauk przyznał mi nagrodę za „Udział w opracowaniu projektu i modelu komputerowego systemu konwersacyjnego dla prac analitycznych”, dotyczący innej ciekawej aplikacji wykorzystującej minikomputer *PRS-4*. Nagrodę wręczył mi osobiście profesor Janusz Groszkowski, co było dla mnie szczególnym wyróżnieniem.

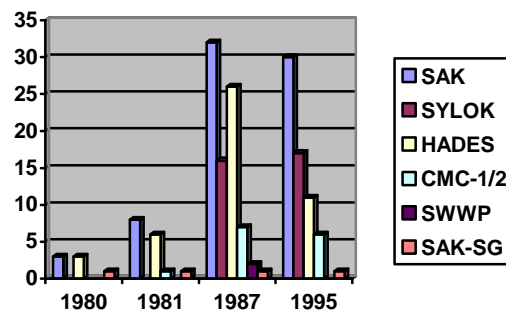


Fig. 37 System dyspozytorski *MSD-80* w polskich kopalniach (lata 1980-1995)

#### System dyspozytorski *MSD-80* zagranicą

Dobre przyjęcie i pozytywna opinia polskich kopalń spowodowała rozpoczęcie działań, których celem była sprzedaż systemu dyspozytorskiego *MSD-80* zagranicę.

Jedną z dróg poszukiwania klientów była współpraca naukowo-techniczna realizowana w ramach *RWPG*. Współpraca polegała na corocznych spotkaniach wszystkich uczestników, kolejno w poszczególnych krajach. W spotkaniach uczestniczyli pracownicy instytucji naukowo-badawczych, w naszym przypadku, z zakresu automatyzacji górnictwa (*ИИТЭРАСЫУГОЛЬ*). My jako pracownicy *EMAG*'u uczestniczyliśmy w pracach nad zastosowaniem komputerów do monitorowania i sterowania procesów technologicznych (*АСУТИ*). Na spotkaniach prezentowano stan zaawansowania prac przez poszczególne strony. Niestety na tym się kończyło i nigdy nie doprowadzono do zawarcia kontraktu komercyjnego.

Inną drogą była współpraca centrum *EMAG* z Centralą Handlu Zagranicznego *KOPEX*. Jej wynikiem była sprzedaż do Rumunii 8 modułów *HADES* oraz podpisanie w 1983 roku kontraktu nr 83 MXJ-13111 SB na sprzedaż do Chin modułów *HADES* (6 egz.), *SAK* (5 egz.), *SYLOK* (5 egz.) i *CMC-1/2* (5 egz.) oraz, co ważniejsze, licencji na produkcję modułów *SAK*

<sup>64</sup> Tadeusiewicz R. Pachowicz „*CESARO - system analizy i rozpoznawania obrazów wizualnych*”. Informatyka nr 7/8, 1983.

i *SYLOK*. Według mojego rozeznania był to wtedy jedyny przypadek sprzedaży przez Polskę licencji na system komputerowy.

W podpisaniu tego kontraktu miałem swój udział. Zaczęło się w listopadzie 1982 roku od polecenia dyrektora naukowo-technicznego Centrum *EMAG* bym przygotował referat na temat systemu dyspozytorskiego *MSD-80*. Jednocześnie rozeszła się pogłoska o przygotowywanym wyjeździe do Chin grupy specjalistów z dziedziny systemów dyspozytorskich złożonej m.in. z dyrektora naukowo-technicznego Centrum *EMAG* i byłego zastępcy dyrektora ds. naukowo-badawczych *OBR SMEAG*. Zapytałem moich przełożonych czy po przygotowaniu referatu też będę uczestniczył w atrakcyjnym wyjeździe. Usłyszałem, że nie. Ponieważ poprzednio wielokrotnie przygotowywałem materiały na wyjazd, a potem jechał ktoś inny, odmówiłem przygotowania referatu. Wywierano na mnie presję, żebym jednak napisał, a jak referat będzie gotowy to zobaczymy, co da się zrobić. Nie uległem. W ostatniej chwili włączono mnie do wyjeżdżającej grupy, którą tworzyli wspomniani wyżej i jeden z dyrektorów Centrali *KOPEX*. Referat na temat systemu dyspozytorskiego *MSD-80*<sup>65</sup> miałem oczywiście od dawna przygotowany.

W Pekinie przebywaliśmy od 10 do 18 grudnia, przedstawiając ofertę Centrum *EMAG*. Były zastępca dyrektora ds. naukowo-badawczych *OBR SMEAG* w zakresie automatyzacji zakładów wzbogacania, ja w zakresie systemu dyspozytorskiego *MSD-80* obejmującego monitorowania produkcji i stanu bezpieczeństwa kopalni (zabezpieczenie metanometryczne i ocena zagrożenia tapaniami).

Udział w seminarium był dla mnie ciekawym doświadczeniem. Naszymi słuchaczami było blisko stu chińskich specjalistów, pilnie notujących każde nasze słowo. Przedstawiciel centrali *KOPEX* uprzedził nas wcześniej, że gospodarze będą wielokrotnie wracać do zagadnień już przedyskutowanych i będą wielokrotnie pytać o to samo w celu sprawdzenia naszej wiarygodności. Przestrzegał, że wyjaśnienie zwykłej pomyłki czy przejęzyczenia nie będzie sprawą łatwą i dlatego należy ważyć każde wypowiedziane słowo. Itak było, wielokrotnie pytano o to, co uprzednio wyjaśniliśmy, czasami poprzedniego dnia lub jeszcze wcześniej.

Pośredniczył pan Deng, tłumacz dobrze posługujący się językiem polskim, chociaż jak nas zapewniał nigdy w Polsce nie był. Studiował filologię polską na Uniwersytecie Pekińskim. Pamiętał nazwisko Gładysz, jakie nosiła jedna w wykładających Polek. Kiedy przedstawiłem się po przylocie oświadczył, że mnie zna. Widząc moje zdumienie wyjaśnił, że tłumaczył na język chiński artykuły z polskich czasopism naukowo-technicznych, w tym moje i stąd ta znajomość.

Jak się dowiedzieliśmy Chińczycy, wychodzący z okresu rządów „bandy czworga”, chcieli unowocześnić m.in. przemysł górniczy. Dlatego niezależnie od spotkania z nami zorganizowali też serię podobnych, bilateralnych seminariów z Amerykanami, Anglikami, Francuzami, Japończykami, Niemcami. Nigdy jednak nie spotkaliśmy naszych potencjalnych konkurentów.

Podczas weekendu gospodarze pokazali nam Pałac Zimowy inaczej nazywany Zakazanym Miastem, Pachnące Wzgórza i Węglowe Wzgórza w Pekinie, Pałac Letni pod Pekinem, a także Wielki Mur i grobowce dynastii Ming. Zagospodarowano w ten sposób czas, który spędziliśmy tam z konieczności, ponieważ samoloty *AEROFLOT (АЭРОФЛОТ)*, z których korzystaliśmy, latały wtedy tylko raz w tygodniu.

Chińczycy ocenili widać naszą ofertę dobrze, bo wysłano mnie ponownie, tym razem samego, tylko z przedstawicielem Centrali *KOPEX*, w połowie stycznia 1983 roku. Mój pobyt trwał prawie miesiąc. Początkowo miałem powtórkę z grudnia. Tym razem byłem sam naprzeciw prawie setki specjalistów chińskich. Ponownie pośredniczył pan Deng. Podczas

---

<sup>65</sup> Żymelka K. „Modular mine monitoring and control system *MSD-80*”, *Symposium Mining automation in Poland, Pekin 10-18 grudzień 1982*

pierwszego spotkania zauważyłem, że wszyscy uczestniczący w seminarium Chińczycy mają przed sobą książeczki zadrukowane chińskim alfabetem. Wśród zapisanych stron zauważyłem rysunek, którego nie było w materiałach przekazanych miesiąc wcześniej. Rozpoznałem własny szkic, wykonany na tablicy podczas grudniowego seminarium. Na pytanie, co to za książeczki Deng odpowiedział, że to notatki z grudniowego seminarium, które wydali, aby większa grupa specjalistów mogła skorzystać z przekazanej wtedy wiedzy.

W następnych dniach poddany zostałem testowi prawdomówności i sprawności pamięci, przez dobrze przygotowanych Chińczyków, wyposażonych dodatkowo w tak zmyślnie wykonaną ściągę. Przez tydzień odpowiadałem na dziesiątki, setki, a może tysiące pytań. Czasami były to te same, które zadawano mi miesiąc wcześniej. Egzamin ten zdałem pozytywnie.

Następnie pojechałem do Tangshan i Fushun w towarzystwie Denga oraz Chińczyka, który mieszkał do roku 1977 czy 1978 w Tangshan. Po trzęsieniu ziemi, które zniszczyło to miasto przesiedlono go w inne rejony Chin. Podróż ze mną była dla niego pierwszą wizytą w Tangshan od tego tragicznego wydarzenia, podczas którego zginęła jego żona i jedno z dwojga dzieci.

W obydwu miastach mogłem zapoznać się z wyposażeniem kopalń zarówno na powierzchni jak i na dole, w wyrobiskach górniczych. W kopalni Tangshan zapoznałem się z wyposażeniem dyspozytorskim<sup>66</sup> oraz sprzętem zainstalowanym w przodku badawczym na głębokość 1080 metrów. Zaskoczyła mnie temperatura +28°C, stosunkowo niska jak na tę głębokość. W polskich kopalniach na tej głębokości jest znacznie cieplej. W przodku testowaliśmy działanie metanomierza ręcznego MV1p, który przywiozłem w celach marketingowych. Wyniki pomiarów porównywaliśmy ze wskazaniami metanomierza optycznego typu Szahtior (*Шхтюр*) stosowanego przez Chińczyków. Przodek przewietrzany był wentylatorem lutniowym, a mimo to stężenie metanu wynosiło 9,6%. Ponieważ metan wybuchą przy stężeniu od 5% do 15%, poczułem chłód i ciarki przebiegające mi po plecach. Na szczęście Chińczycy nie marudzili i wolno, ostrożnie wycofaliśmy się z zagrożonego wybuchem przodka.

W Fushun też byłem na dole kopalni. Towarzyszyli mi dyrektor kopalni i dwaj rośli Chińczycy, którzy jak się niezwłocznie okazało mieli czuwać nad moim bezpieczeństwem. Gdy potknąłem się w ścianie o nachyleniu ponad 30° to zanim zdążyłem uświadomić sobie, co się stało już mnie podtrzymywali. Z podziemnego półmroku ciekawie spozierały na mnie zaciekawione oczy górników, również kobiece. Były to Chinki pracujące na dole kopalni. W Polsce do początku lat 50. XX stulecia też na dole kopalni pracowały kobiety. Za czasów mojej pracy zawodowej pamiętam kobiety pracujące w zakładach wzbogacania węgla, na powierzchni kopalń.

Pokazano mi fabrykę, która miała produkować wyposażenie i elementy systemu metanometrycznego. Po rozmowie i obowiązkowej herbacie przeszliśmy przez wybrane wydziały. Wszystko było starannie wyreżyserowane i wyglądało tak. Wchodzimy do pomieszczenia, na mój widok wszyscy wstają, przyjmują postawę na baczność i na dyskretny znak towarzyszącego mi Chińczyka klaszczą. Poczułem się niezręcznie. Na szczęście przeszliśmy szybko przez tak przygotowane pomieszczenia. Pokazano mi jeszcze zakład rzeźby artystycznej, którego wyroby uzyskiwały liczne nagrody na światowych targach artystycznych. W Fushun byłem też w kopalni odkrywkowej węgla kamiennego.

Po powrocie do Pekinu uczestniczyłem w spotkaniu w Ministerstwie Przemysłu Maszynowego, razem z przedstawicielem Centrali KOPEX, ale nie zapadły na nim żadne wiążące ustalenia. Sprawa musiała widać dojrzeć.

---

<sup>66</sup> Żymelka K. „Systemy i urządzenia metanometryczne stosowane w kopalniach ChRL”, *Wiadomości Górnicze* nr 8-9 sierpień-wrzesień 1983 strony 219-222

Po kilku miesiącach przyjechała do Polski delegacja chińska by na miejscu, w kopalniach zweryfikować uzyskane do tej pory informacje przez porównanie z opinią polskich użytkowników systemów *SAK* i *SYLOK*. W składzie delegacji byli dyrektorzy i naczelnicy inżynierowie fabryk sprzętu i zjednoczeń węglowych, oczywiście z Dengiem jako tłumaczem. Byłem z nimi w kilku kopalniach, oglądali dyspozytornie, interesowali się ich wyposażeniem oraz opinią pracowników odwiedzanych kopalń.

W kopalni *SZOMBIERKI* pojechaliśmy na dół, gdzie wszystkim się interesowali. Byli niezwykle dociekliwi i swoim zwyczajem wielokrotnie pytali o to samo. Stale też wracali do spraw praktycznego wykorzystania systemów do oceny zagrożeń tąpnięciami. Rekomendowałem im w tym zakresie Franciszka Drewniaka i Ewę Pasztową.

Odniosłem wrażenie, że są bliscy podjęcia decyzji o zakupie, któregoś z systemów. Ponieważ bardzo interesowali się wszystkim, również codziennym życiem mieszkańców, postanowiłem zaprosić ich do siebie. Nie pytając moich przełożonych o zgodę zaprosiłem Denga do domu. Chętnie się zgodził i następnego dnia umówiliśmy się, że przyjadą w trójkę. Podałem mu adres i późnym popołudniem przyjechali. Deng przedstawił swoich towarzyszy, naczelnego inżyniera zjednoczenia węglowego z Fushun oraz dyrektora fabryki produkującej elektroniczne wyposażenie dla dyspozytorni. Interesowali się wyposażeniem mieszkania, wszystko oglądali z zacienieniem, dotykali. Pokazałem im zdjęcia, które zrobiłem podczas pobytu w Chinach. Deng zapytał czy mógłby sobie zatrzymać kilka z nich. Gdy zgodziłem się zgarnął wszystkie. Zostali na kolacji i bardzo zadowoleni wrócili wieczorem do hotelu.

Wkrótce podpisany został wspomniany kontrakt. W jego ramach, w 1984 roku przebywała w Polsce grupa Chińczyków na szkoleniu związanym ze sprzedaną licencją. Zbigniew Isakow, który był jednym z instruktorów szkolących specjalistów chińskich zaprosił ich do swojego, jednorodzinnego domku. Zamiast zaproponować by przyjechali taksówką, pojechał pod hotel *KATOWICE* własnym samochodem. Funkcjonariusze wiadomych służb, pilnujący mieszkających w hotelu cudzoziemców, sporządzili stosowną dokumentację i Zbyszka spotkały wielkie nieprzyjemności. Chińczycy z wizyty u Zbyszka byli bardzo zadowoleni.

Następnie podczas wdrażania systemów *SAK* i *SYLOK* do produkcji w fabryce mieszczącej się w Xi-an, starej stolicy Chin, znanej z terakotowej armii, przebywała tam grupa pracowników Centrum *EMAG* kontynuując szkolenia przedstawicieli licencjobiorcy. W grupie tej byli między innymi Marek Dworak i Maciej Gadomski. Sporo czasu spędził w Chinach Franciszek Drewniak, którego poleciliśmy jak eksperta w zakresie eksploatacji systemów oceny zagrożeń tąpnięciami.

## Epilog

W grudniu 1997 roku zakończyłem swoją pracę w *EMAG*'u. Pełniłem wtedy, od marca 1990 roku, funkcję zastępcy dyrektora ds. naukowo-badawczych, a od maja 1994 roku także sekretarza naukowego. Moje odejście nie miało wpływu na działalność, którą zapoczątkowałem 20 lat wcześniej. Działalność ta jest kontynuowana przez moich byłych pracowników kierowanych przez Zbigniewa Isakowa, a jej rezultatem są kolejne generacje urządzeń i systemów oceny zagrożeń tąpnięciami kupowane przez polskie kopalnie, ale też eksportowane do innych krajów.

Przystępując w październiku 2006 roku do spisania tej części historii rozwoju informatyki w Polsce, w której uczestniczyłem i który w znacznej mierze kreowałem, wpisałem w przeglądarce internetowej hasło *PRS-4*. Ku memu wielkiemu zdziwieniu uzyskałem informację<sup>67</sup>, że jedna z największych i najnowocześniejszych kopalń polskich *STASZIC* eksploatuje jeszcze system *SAK* („*TSA* i *PRS-4* -32 linie pomiarowe” na Fig.38).

---

<sup>67</sup> [www.khw.pl/88?p=6](http://www.khw.pl/88?p=6)



18 lat po zakończeniu produkcji system wykorzystujący minikomputer *PRS-4*, użytkowany jest przez polskie kopalnie, a obok niego pracują kolejne generacje systemów opracowane i rozwijane przez moich kolegów do dzisiaj. Wymienione w notce *ARES* i *ARAMIS* to następna generacja systemów, nad którymi prace rozpoczęliśmy w drugiej połowie 80. XX wieku.

<p><b>I. Krótka charakterystyka kopalni "Staszic"</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• obszar górniczy: 16,61 km</li><li>• zdolność produkcyjna wg. długofalowych planów własnych rozwoju kopalni: 16.000 t/d</li><li>• żywotność wg dotychczasowych planów rozwoju kopalni i PZZ: 63 lata</li><li>• zagrożenia naturalne występujące w kopalni:<ul style="list-style-type: none"><li>○ tąpnięciami: [...] I i III stopień - grupa 500</li><li>○ metanowe: II ÷ IV kategoria</li><li>○ wybuchem pyłu węglowego A, B klasa</li><li>○ wodne: I ÷ III stopień</li></ul></li></ul> <p style="text-align: center;">[.....]</p> <p><b>7. Aparatura kontrolno-pomiarowa wstrząsów górotworu</b> (zagrożenie tąpnięciami - rodzaj aparatury, ilość, parametry)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• aparatura sejsmoakustyczna TSA i PRS-4 - 32 linie pomiarowe,</li><li>• aparatura sejsmoakustyczna ARES 8 – linii pomiarowych,</li><li>• automatyczna stacja sejsmiczna typu PCM-G-3 + ARAMIS – pojemność stacji 16 linii pomiarowych.</li></ul>
---

Fig. 38 Informacja o wyposażeniu kopalni *STASZIC* (z lipca 2005 rok)