

Żymełka, Krystian K. A.

Minikomputer PRS-4. Wspomnienia konstruktora

Analecta 19/1-2(36-37), 111-178

2010

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Krystian K. A. Żymelka

Laboratorium Badawcze Urządzeń
i Systemów Sterowania Transportu Szybnowego
(Katowice)

MINIKOMPUTER PRS-4. WSPOMNIENIA KONSTRUKTORA

Prolog

W grudniu 2001 roku, w gmachu Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach, odbyła się uroczystość odnowienia doktoratu profesora Stefana Węgrzyna¹. Następnego dnia, 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, uroczyście 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 Günthera², który przyjechał do Gliwic z Politechniki Warszawskiej.

– *To były lata powojenne. Mieliśmy wielki zapal i serce do pracy* – wspomina prof. Węgrzyn. Studia ukończył w 1949 roku na Wydziale Elektrycznym. Dwa lata później obronił doktorat nt. „Niektóre zagadnienia stanów niustalonych 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. [...].

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 następujące sprostowanie:

Z zainteresowaniem przeczytałem notatkę nt. odnowienia doktoratu profesora Stefana Węgrzyna (Gazeta Wyborcza – Katowice z 18 grudnia 2001 roku). Miałem przyjemność i zaszczyt słuchać wykładów Profesora z zakresu teorii regulacji, podstaw techniki cyfrowej i teorii kompleksowych systemów sterowania, co ukształtowało moje późniejsze zainteresowania zawodowe. Towarzyszący notatce tekst „Z anegdot profesora” zawiera informacje prawdziwe, ale nie do końca ścisłe.

W Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego³ powstały dwa minikomputery:

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

Minikomputer MKJ-25 miał archaiczną strukturą sprzętową z szeregowym arytmometrem 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 górnictwa.

Minikomputer MKJ-28 charakteryzował się nowoczesną strukturą sprzętową z równoległym arytmometrem, miał bogate oprogramowanie z interpreterem. Basic'a oraz kompilatorami języków wysokiego poziomu 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 odmówił zamieszczenia sprostowania, pokrętnie się przy tym tłumacząc, a ja o sprawie zapomniałem.

Po prawie 3 latach natknąłem się w Internecie na tekst Ignacego Rutkiewicza⁴, 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 Grzywak⁵ i wspomniany dr Jerzy Pilch-Kowalczyk⁶. Zakład Elektroniki Górniczej w Tychach wyprodukował kilkanaście jednostek, po czym zespół dr. inż. Krystiana Żymelki zaprojektował przemysłowy minikomputer; [...]. Ten minikomputer został jednak nazwany... programowanym rejestratorem PRS-4, bowiem – szczerze 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 Tyinach wyszło ponad 150 egzemplarzy tego urządzenia.

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

Opisane wyżej dwa zdarzenia skłoniły mnie do opisania 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 Automatyki⁷ 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 (УРАЛ-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 analogowym⁸. W laboratorium wykorzystywaliśmy maszyny analogowe typu UMA, od 1963 roku produkowane przez Wojskową Akademię Techniczną.

Jak wszyscy studenci kończący czwarty rok, musiałem wybrać specjalizację. Zdecydowałem się na kompleksowe systemy sterowania. Pod tą 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 (YPAJI-2). My studenci mogliśmy tylko popatrzeć i, w co trudno dziś uwierzyć, nie mogliśmy maszyny ODRA-1013 nawet dotknąć.

Na piątym roku słuchałem wykładów profesora Stefana Węgrzyna z podstaw techniki cyfrowej i teorii kompleksowych systemów sterowania, profesora Jerzego Siwińskiego⁹ z teorii automatu i przemysłowych systemów sterowania, które razem ukierunkowały moje plany zawodowe.

Dyplom

W literaturze pojawiło się wtedy 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 wykonywała następnie obliczenia w sposób analogowy.

Nierozwiązany pozostawał problem specjalizowanego układu do automatycznego nastawiania potencjometrów, który stał się przedmiotem mojej pracy dyplomowej¹⁰. Zaprojektowałem układ automatycznej nastawy potencjometrów oraz wykonałem jego istotny i działający fragment, wykorzystując elementy scalone TTL podstawowej skali integracji. Dyplom magistra inżyniera elektryka-automatyka uzyskałem 20 marca 1970 roku, po złożeniu egzaminu dyplomowego.

Poszukując elementów scalonych, niezbędnych do wykonania mojej pracy dyplomowej, dotarłem do Zakładów Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego w Gliwicach, w których projektowano wtedy minikomputer MKJ-25¹¹. 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 pracę rocznym stażem kończącym się bardzo poważnie traktowanym egzaminem. Taki egzamin można było nawet oblać, co nie należało do rzadkości. Działalność merytoryczna 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 nader szczęśliwy zbieg okoliczności.

System S

W Zakładzie Automatykacji Powierzchniowej opracowano pamięć buforową¹² i układ transmisji TFF, które z minikomputerem MKJ-25 i stacjami lokalnymi tworzyły system kompleksowej automatykacji S, przeznaczony do nadzoru i sterowania procesu technologicznego kopalni głębinowej węgla kamiennego. Cechą charakterystyczną systemu S była hierarchiczna, dwupoziomowa 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. 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.

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 zarejestrowanych podczas pracy bez minikomputera.

Pracami kierował 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-latką.

Zostałem przydzielony do zespołu Jarosława Daniłowa, w którym pracowali już od roku magiŝtrowie inżynierowie Anna Dec i Tadeusz Kwiatek, absolwenci tego samego, co ja wydziału. 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 (wielkość wydobywania, czas pracy maszyn i urządzeń itp.). 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 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 w straszającym tempie, a ja nie potrafiłem poradzić sobie z tak prostym układem. Aż do pewnego późnego, jesiennego popołudnia, kiedy bezradny siedziałem przy stole laboratoryjnym, na którym leżała przyczyna mojej klęski, nieszczęsny układ wyświetlania, podłączony do zasilacza i dwukanałowego oscyloskopu.

Wyłączyłem zasilacz. Wolno przesuująca się plamka zanim opadła do zera uciekła w górę, poza ekran. Załączyłem i ponownie wyłączyłem zasilacz. Zjawisko powtórzyło się. Zmieniłem wzmocnienie i powtórzyłem próbę. To samo. Plamka uciekała w górę poza ekran. Ponownie zmieniłem wzmocnienie. Bez zmian. Po kilku następnych próbach określiłem amplitudę skoku na więcej niż 100VDC, tyle widziałem na ekranie oscyloskopu, ile było naprawdę? Pewnie znacznie więcej.

Przepięcie występujące podczas wyłączania zasilacza było przyczyną moich problemów. Przypadek zdecydował, że to odkryłem. Przypadek, bo mogłem wyłączyć najpierw oscyloskop, mogłem nie zauważyć przepięcia, mogłem... Na podstawie mojej informacji, usunięto wadę konstrukcyjną zasilacza, a ja uporałem się z problemem, uzyskując cenne, choć bolesne doświadczenie.

Opisane perypetie przypomniały mi zdarzenie z czasów wykonywania pracy dyplomowej. Po zaprojektowaniu układu automatycznej nastawy potencjometrów przedstawiłem schemat ideowy dr. inż. Olgierdowi Palusińskiemu. Obejrzał i bardzo pozytywnie wyraził się o mojej pracy. Pochwała 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* – dokończył.
- *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 błędy, które popełniłem i poradził jak je wyeliminować. Mój błąd polegał na zaprojektowaniu układu bez uwzględnienia wpływu otoczenia, zakłóceń itp. Słowa Krzyckiego „*logicznie bez zarzutu, ale układ działać 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 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. Z perspektywy kilkudziesięciu lat uważam Jerzego Pilcha-Kowalczyka za najwybitniejszego merytorycznie przełożonego ze wszystkich, których miałem. Pomysły miał znakomite, nie zawsze jednak wystarczało mu cierpliwościby 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.

System S uruchomiono i uroczystie oddano do eksploatacji w zautomatyzowanej, doświadczalnej kopalni JAN¹³, w górnicze święto 4 grudnia 1970 roku. 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 miesięcy i po zdaniu egzaminu zostałem w maju 1971 roku automatkiem w Zakładzie Automatyzacji Powierzchniowej.

UZO-4 urządzenie sprzężenia maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym

Próbną eksploatacja systemu przyniosła wiele doświadczeń. Niezawodność systemu była raczej odległa od ideału, co wynikało z nienajlepszej jakości krajowych podzespołów, zawodziło też oprogramowanie, dla autorów będące często wyprawą w nieznane. Uciążliwe było dostosowywanie struktury systemu do zmieniającego się schematu technologicznego kopalni, wykonywane przez zmiany okablowania. 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 Automatyzacji Powierzchniowej, dlatego Jerzy Pilch-Kowalczyk skoncentrował się na kanale sprzężenia z obiektem. W drugiej połowie 1971 roku przygotował koncepcję oraz zasady działania urządzenia nazwanego 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. Przez standardową kartę interfejsu

rozumiał układ o budowie modułowej mający standardowe sygnały dostosowane do wewnętrznej magistrali urządzenia oraz wejścia i wyjścia dostosowane do komunikacji z obiektem. Asortyment kart miał zapewnić obsługę sygnałów cyfrowych i analogowych przychodzących z obiektu oraz 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.

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 pominięciem 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 doświadczonych kolegów Anny Dec i Tadeusza Kwiatka oraz ku mojemu wielkiemu zaskoczeniu mnie. Najbardziej skomplikowany układ, blok komunikacyjny, zaprojektowała Anna Dec, natomiast standardowe karty interfejsu projektowaliśmy w trójkę Anna, Tadeusz i ja.

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 dostrzeżałem. Jerzy szczególnie wyczulony był na nadmiar elementów negacji. Uważał, że dobrze zaprojektowany schemat nie powinien zawierać elementów negacji. Zresztą nie dysponowaliśmy wtedy 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 wykonaniu modelu, uruchomieniu i sprawdzeniu działania, przekazano dokumentację do ZEG-u, gdzie opracowano projekty obwodów drukowanych oraz dostosowano urządzenie do stosowanej tam technologii. Był to niezwykle ważny etap prac, którego wtedy, my konstruktorzy, nie potrafiliśmy docenić.

Uruchamianie poszczególnych kart oraz całego urządzenia odbyło się w Tychach, gdzie spędziliśmy dużo czasu, zanim w lipcu 1973 roku nie zakończyliśmy badań prototypu UZO-4. Sprawami urządzenia sprzężenia UZO-4 kierowali w ZEG Tychy magiŝtrowie inżynierowie Leonard Pełczyński i Maciej Gadowski, natomiast sprawami transmisji TFF magiŝtrowie inżynierowie: Bernard Wichary oraz Edward Kuczowic. Zwińczeniem prac było uruchomienie systemu S z UZO-4 w grudniu 1973 roku, w kopalni SIERSZA¹⁴.

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 ja¹⁵. 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 SCA¹⁶.

Układ sygnalizacji szybowej służył do przekazywania sygnałów porozumiewawczych i wykonawczych w szybach, pomiędzy sygnalistami na podszybiach poszczególnych poziomów wydobywczych, a sygnalistą głównym na nadszymbiu, który powtarzał je oraz przekazywał jako sygnał wykonawczy do 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 nadszymbia 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-MATYLDĄ, gdzie miał zostać zainstalowany model układu sygnalizacji, by przyrzeć się pracy sygnalistów i maszynisty. Po rozmowie z sygnalistami poszliśmy do maszynowni, gdzie miał być zainstalowany jeden z modułów naszego układu. Jakież było nasze zaskoczenie, kiedy ujrzeliśmy błyszczącą i działającą, parową maszynę wyciągową, pochodzącą z drugiej połowy XIX wieku i maszynistę w podkoszulku oraz drewniakach. W tym skansenie techniki ery pary mieliśmy zainstalować nowoczesne urządzenie zbudowane na elementach scalonych.

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 w 1972 roku. W ślad za tym dyrektor naczelny ZKMPW, profesor Aleksander Osuch¹⁷, wyróżnił nas Złotymi Odznakami Zasłużony Pracownik ZKMPW. Był to ewenement, ponieważ dotychczas przyznawano tę odznakę po wielu, wielu latach pracy, a nasza czwórka otrzymała ją nie za przepracowany czas, lecz za dokonania merytoryczne.

Inne projekty

Nasz kierownik uważał, że bezczynność zawodowa może zdeprawować każdego i dlatego bardzo dbał, aby szczególnie młodym pracownikom Zakładu Automatykacji Powierzchniowej nie brakowało pracy. Dlatego, niezależnie od naszych podstawowych prac, zajmowaliśmy się także innymi projektami.

Prace te zlecane były przez Główny Instytut Górnictwa¹⁸ i Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa¹⁹, za sprawą kontaktów Jerzego Picha-Kowalczyka z profesorem Andrzejem Lisowskim. Profesor, wraz ze swymi współpracownikami, opracował podsystem I-EAD²⁰ przeznaczony do prowadzenia ewidencji i analiz informacji dyspozytorskich, głównie w zakresie identyfikacji przerw 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 załadowczych i poziomów wydobywczych, dostarczane były 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 umożliwiać kontrolę wykorzystania ciągów technologicznych w kopalniach węgla kamiennego.

W ramach tego projektu w Zakładzie Automatykacji Powierzchniowej opracowano serię rejestratorów cyfrowych nazwanych SMC-1T i SMC-2. Sprawy związane z rejestratorem SMC-1T znam pobieżnie, ponieważ toczyły się przed moim przyjściem do zakładu, a kiedy już pracowałem aktualna była sprawa SMC-2, rejestratora o stałym programie działania, realizowanym sprzętowo. Dzięki prowadzonej selekcji czasowej i strukturalnej, rejestratory 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 kraju projekt systemu SKD kontroli dyspozytorskiej ruchu kolejowego, przeznaczony dla Śląskiej Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych. 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 pociągoskopem 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 też ze stacjami, z których otrzymywał informacje o wszystkich istotnych zdarzeniach oraz do których wysyłał polecenia.

Poszczególne stacje wyposażone zostały w lokalne tablice synoptyczne (pociągосkopy stacyjne) do wyświetlania sytuacji ruchowej w obrębie stacji oraz tzw. elektronikę sprzężenia przeznaczoną do wykrywania istotnych zmian sytuacji ruchowej, wyświetlania ich na pociągосkopie i wysyłania do centralnej dyspozytorni oraz odbierania stamtąd poleceń. Źródłem 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. Jako elektronikę sprzężenia wykorzystaliśmy rejestrator SMC-2²¹. System okazał się tak przydatnym narzędziem pracy dyspozytora, że wykorzystywany jest do dnia dzisiejszego. Oczywiście nie SKD, ale jego unowocześnioną wersję 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 (Ryc. 1), którego użytkownikiem został Zakład Automatykacji Powierzchniowej. Jerzy Pilch-Kowalczyk utworzył, jak byśmy dziś powiedzieli zespół informatyków, który zajął się zagospodarowaniem nowego urządzenia. Zespół, na którego czele stanął, co oczywiste 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, z pamięcią operacyjną rdzeniową, ferrytową o pojemności 8192 słów 16-bitowych. Wyposażony był w czytnik i perforator taśmy oraz teledrukarkę (teletype) ASR-33. Na rynku pojawił się w 1968 roku.

Niesamowite wrażenie, szczególnie w świetle oferty krajowych dostawców, robiło otrzymane z minikomputerem oprogramowanie, obejmujące Asembler, Fortran, Algol, Basic i bogatą bibliotekę podprogramów.

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 1304²² miała porównywalne oprogramowanie. Minikomputer K202²³ istniał w 1971 roku w jednym, prototypowym egzemplarzu.

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. Drugą, nikłe umiejętności programowania. Ta sprawa zmieniła się, gdy minikomputer HP2116C zakupiło Biuro Projektów Metali Kolorowych BIPROMET w Katowicach, gdzie jednym z kierowników pracowni był przyjaciel naszego kierownika, mgr inż. Służałek. Postanowiono zorganizować warsztaty 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 (Ryc. 2).

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. Wiedzieliśmy też, 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 urządzeniem pilotującym systemów kompleksowej automatyzacji, który przeznaczony był do zbierania danych źródłowych o pracy maszyn i urządzeń technologicznych oraz na wykorzystanie minikomputera HP2114B do przeprowadzenia statystycznej analizy zebranych danych.

Na polecenie kierownika zaprojektowałem urządzenie pilotujące, co stanowiło rodzaj uznania dla mnie, moich kompetencji i zaangażowania zawodowego. Urządzenie pilotujące²⁴, różniące się od wspomnianych wcześniej rejestratorów SMC-2 znacznie prostszą strukturą, rejestrowało wszystkie zmiany stanu

pracy maszyn i urządzeń, oraz każdy przyrost wydobywania. Urządzenie pilotujące, dzięki wyeliminowaniu selekcji czasowej i strukturalnej, dawało rzeczywisty strumień informacji napływającej z obiektu do dyspozytorni kopalnianej. System do statystycznej analizy zarejestrowanych danych INPIL opracował kierownik.

Pierwszym obiektem identyfikacji była kopalnia SIERSZA, 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 przegram ewentualną wojnę, więc od 2 października do 23 grudnia 1972 roku przebywałem, jako plutonowy podchorąży, w Jednostce Wojskowej nr 4487 studiując wojskowość w zakresie specjalności XXIII-15.

Komórka 202 systemu operacyjnego BCS

W jakiś czas po mojej demobilizacji zdarzyło się, że minikomputer HP2114B nie wydrukował wyników przetwarzania, mimo poprawnego użycia instrukcji wyprowadzania i prawidłowej struktury programu. Dotyczyło to programu napisanego w Fortran'ie. Wtedy opowiedziano mi, że problem taki wystąpił już podczas udostępnienia naszego minikomputera jednemu z docentów Zakładu Systemów Automatyki Kompleksowej PAN w Gliwicach.

Docent przyjechał w towarzystwie dwóch asystryntek. Przywieźli ze sobą postać źródłową programów napisanych w Fortran'ie. Po wykonaniu obliczeń minikomputer powinien wydrukować wyniki na teledrukarce ASR-33. Panie asystryntki pod okiem docenta wykonały kompilację programu i przygotowały wersję wykonywalną, 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 dopatrzył się nieprawidłowości. Po wyjeździe docenta i jego asystryntek zapomniano szybko o niepowodzeniu.

Teraz sprawa wróciła. Początkowo nie mogłem znaleźć przyczyny, zresztą objaw występował sporadycznie. W końcu, zresztą zupełnie przypadkowo, uchwyciłem okoliczności występowania zdarzenia. 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 scallaniem 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 wyprowadzić HP2114B z błędnego działania, ale nie znaleźliśmy przyczyny dziwnego zachowania się minikomputera.

Po dyskusji 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 kodu maszynowego, 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 zbiorem krótkich podprogramów. W efekcie po kilkunastu dniach odkryliśmy przyczynę nieaktywności instrukcji *WRITE*. Była nią nieprawidłowa zawartość komórki o adresie 202. Edytor zerował ją, a *BCS* wykonywał skok przy zerze omijając instrukcję *WRITE*. 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 tym czasie, dzięki zatrudnieniu nowych pracowników, zwiększył się potencjał intelektualny Zakładu Automatyzacji Powierzchniowej. Nowymi pracownikami byli magiŝtrowie inżynierowie: Zbigniew Isakow, Ewa Majcherczyk, Marek Mokrosz, Jerzy Richter – absolwenci Wydziału Automatyki i Elektroniki Politechniki Śląskiej, Karol Gorol – asystent na tym wydziale oraz Janusz Suchy – absolwent Politechniki Kijowskiej, a także technicy: Maria Dyl oraz dwie Elżbiety Kępińska i Lauer.

My „starzy“ pracownicy, do których się zaliczałem, przyjęliśmy nowozatrudnionych życzliwie, dzieląc się informacjami o panujących w zakładzie zwyczajach. Nasze postępowanie 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 prototypu MKJ-28

W połowie 1973 roku Jerzy zaproponował mi udział w projekcie minikomputera zgodnego logicznie z minikomputerami firmy Hewlett Packard²⁵. Pomysłna 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 skupiał się na projektowaniu sprzętu, programowanie traktując po macoszemu. Trudno było efektywnie wykorzystać

ówcześnie dostępne w Polsce komputery i minikomputery. Doświadczyliśmy tego sami w kopalni JAN, gdzie pracujący w systemie S minikomputer MKJ-25, programowany był w języku wewnętrznym²⁶. Skutkiem takiego rozwiązania była ogromna uciążliwość i pracochłonność wprowadzania zmian w oprogramowaniu, niezbędnych dla zaspokojenia rosnących oczekiwań użytkowników systemu S.

Na propozycję kierownika zgodziłem się bez wahania, a Jerzy pozostawił mi dużą swobodę w zakresie realizacji projektu oraz zobowiązał do nie nagłaśniania jego realizacji. Nie sądzę by na tym etapie Jerzy wtajemniczył w sprawę swoich przełożonych, którzy 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, 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 przyniosła owoce, co prawda dopiero po latach i nie w systemie S.

Nie wiem, kto był autorem tego pomysłu, ale uznałem, że Jerzy. Nigdy na ten temat nie rozmawialiśmy, ale po kilku latach pracy z nim, 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 ODR-RA 1304²⁷. Nie wiem czy kierownik wiedział o tym, ale nawet, jeśli wiedział, w niczym nie umniejsza to jego zasług w zainicjowaniu i przeprowadzeniu 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 innym nie myślałem. Nie myślałem o problemach i kłopotach, jakie napotkam oraz ryzyku niepowodzenia, którym projekt był obciążony.

Studium wykonalności

To popularne obecnie sformułowanie w połowie 1973 roku było zupełnie nieznanne. 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 zgodnymi logicznie z produktami firmy Hewlett Packard? Patrząc z dzisiejszej perspektywy były to: nowoczesny minikomputer, bogate oprogramowanie i podręcznik *A Pocket Guide to HP Computers*, czyli coś materialnego. Decydujące znaczenie miało jednak połączenie atmosfery panującej w Zakładzie

Automatyzacji Powierzchniowej, fascynacji komputerami, pasji z doświadczeniem i osobistymi predyspozycjami 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. Ze specyfikacji wynikało, że do wykonania minikomputera wykorzystano elementy scalone typu TTL oraz, nie stosowane w Polsce, CTL. Niestety ich opisy, w postaci ciągów cyfr, nic mi nie mówiły. Różniły się od znanych mi oznaczeń stosowanych przez firmy Texas Instruments i Sescosem. Doszliśmy z Jerzym do wniosku, że są to elementy produkowane wyłącznie 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.

Wiedziałem jeszcze z czasów studenckich, że tą samą funkcję logiczną można zrealizować za pomocą różnych układów i 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 amerykańskimoryginalie, czy na jego polskim odpowiedniku.

Potrzebny był precyzyjny opis sposobu działania minikomputera, by wykorzystując dostępną w Polsce bazę elementową, zaprojektować i wykonać prototyp polskiego odpowiednika 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. Dlatego 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 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 (System Input/Output 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-kanalowych, opatrzone 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).

A Pocket Guide to HP Computers 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

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

Ponownie, już dokładniej przejrzałem zawartość części pierwszej. 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 2 μ s cykl maszynowy, który składał się z 8 taktów oznaczonych TO, T1, ..., T8.

Minikomputer realizował rozkazy w czterech fazach (FETCH, INDIRECT, EXECUTE, INTERRUPT) o stałym czasie trwania, równym czasowi cyklu maszynowego. W trzech pierwszych fazach odbywała się komunikacja z pamięcią operacyjną. Następstwo faz nie było stałe.

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.

Następnie zająłem się strukturą logiczną minikomputera (Ryc.3), przeanalizowałem drogi przepływu adresów i danych oraz sposób, w jaki adresy/dane docierają do poszczególnych rejestrów. Okazało się, że informacje są przekazywane za pośrednictwem 3 magistrali: S, R i T. 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 O i I,
- **SWITCH** 16-bitowy rejestr umożliwiający wprowadzanie danych z pulpitu do rejestrów A, B, M, T oraz do pamięci operacyjnej, odczytywanie zawartości rejestrów A, B, rejestr ten był także dostępny jako urządzenie peryferyjne o adresie I,
- **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, od chwili odczytu z pamięci operacyjnej do zakończenia realizacji, kod rozkazu. Rozkazy dzieliły się na trzy grupy:

- Rozkazy operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków (**Memory Reference Instructions**),
- Rozkazy operacji na rejestrach, przesunięć i rotacji (**Register Reference Instructions**),
- Rozkazy wejścia/wyjścia (**Input/Output Instructions**).

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**) bit 10=0,
 - skoków i testowania bitów (**Alter Skip Group**) bit 10=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

Następnie analizowałem zasady wykonywania rozkazów maszynowych. W przypadku wątpliwości sprawdzałem jak przebiega ich realizacja wykonując, krok po kroku, specjalnie napisane programy. Oczywiście dotyczyło to tylko stanów początkowych i końcowych każdej fazy, co działało się pomiędzy tego mogłem się jedynie domyślać na podstawie informacji o sposobie implementacji poszczególnych rozkazów. 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**. Wiedziałem, że absolutnie niezbędne jest zachowanie formatu i kodów poszczególnych rozkazów, ale już do ich implementacji mogłem podejść swobodniej²⁸.

W ciekawy sposób rozwiązano problem adresowania. Pamięć operacyjną podzielono logicznie na strony o pojemności 1k (1024) słów 16-bitowych, wyróżniając spośród nich stronę zerową o adresach 0000_8 – 1777_8 . W związku z tym do adresowania w stronie wystarczało 10 bitów (bity 9-0). Do adresowania wykorzystywano również bit 10 w celu odróżnienia tzw. strony bieżącej (bit 10=1)

od strony zerowej (bit10=0). W ten sposób możliwa była adresacja bezpośrednia (direct) w zakresie 2k (2048) słów, czyli dwóch stron.

Podręcznik wykorzystałem jeszcze do analizy organizacji kanału wejścia/wyjścia i standardu karty interfejsu. Doszedłem do wniosku, że zachować należy zasady współpracy kart interfejsu z magistralą wejściowo/wyjściową, szczególnie w zakresie układu Start-Gotów (Control-Flag).

Przeanalizowałem też zasady wykorzystania pulpitu sterowania minikomputera. Na pulpicie sterowania minikomputera wyświetlały się: zawartość komórki pamięci (REGISTER T MEMORY DATA), adres tej komórki (REGISTER M MEMORY ADDRESS) oraz rejestr przycisków (SWITCH REGISTER). 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. Przyciski sterujące, dotykowe pulpitu były podświetlane, co wykorzystano do sygnalizacji stanu pracy minikomputera. Pulpit umożliwiał też identyfikację realizowanej fazy (FETCH, INDIRECT, EXECUTE), stanu rejestrów l-bitowych (EXTEND, OVERFLOW) oraz PARITY (opcja).

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

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 też 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 ówczasie osiągnięć technologicznych. Dysponowałem jedynie elementami scalonymi TTL podstawowej oraz w ograniczonym zakresie, średniej skali integracji.

W zakresie mechaniki do dyspozycji miałem standard CAMAC rozpowszechniany przez POLON, a w zakresie pamięci tylko produkt firmy TECHTRA, od której kupowano pamięć ferrytową o pojemności 8k słów 16 bitowych do minikomputera MKJ-25.

Realizację projektu zacząłem od modyfikacji schematu logicznego mini-komputera. 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 rejestry robocze i magistrale. Uprościłem pulpit sterowania mini-komputera rezygnując z 16 bitowych wyświetlaczy stanu rejestrów M i T. Zapewniłem możliwość ich odczytywania za pośrednictwem rejestru indykacji W. Wprowadziłem 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 TO 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, której fragment przedstawia Ryc. 4 oraz podobna tablica dla operacji wykonywanych z pulpitu sterowania. Ta ostatnia była konieczna z powodu zrezygnowania z 16 bitowych wyświetlaczy stanu rejestrów M i T na pulpicie sterowania.

Na wykonanie większości rozkazów składały się ciągi mikrooperacji polegające na:

- podaniu stanu wybranego rejestru na wejście arytmometru za pośrednictwem magistrali – odpowiada temu w tabeli (Ryc.4) 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 – wykorzystalem elementy SN74181, 4-bitowe jednostki, a ponieważ te realizowały 16 operacji arytmetycznych i 16 logicznych musiałem zdefiniować zakres ich wykorzystania. Już podczas tworzenia tablic realizacji rozkazów doszedłem do wniosku, że mogę się ograniczyć do 9. 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, 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, CPA/B,
 - negacji stanu magistrali R $\{TB\}=\{!RB\}$ podczas realizacji rozkazu CMA/B,
 - powtórzenia stanu magistrali S $\{TB\}=\{SB\}$ podczas realizacji rozkazu LDA/B, 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.

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 pozwoliło ograniczyć strukturę układu sterowania do detekcji 8 przypadków, w których arytmometr zrealizować miał inną niż spoczynkowa funkcję (Ryc. 5).

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 wpisu do 5 starszych (bity 14-10) i 10 młodszych (bity 9-0) bitów rejestru. Wynikało to ze stronicowego sposobu adresowania pamięci operacyjnej.

Rejestr M – adresu pamięci operacyjnej zrealizowałem na przerzutnikach typu LATCH wykorzystując elementy SN7475. Również w tym przypadku konieczne było rozdzielenie wpisu oddzielnie do 5 starszych (bity 14-10) i 10 młodszych (bity 9-0) bitów rejestru.

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

Rejestry A, B – akumulatory zrealizowałem na 8-bitowych rejestrach wykorzystując elementy SN74198.

Magistrale R, S – wejściowe arytmometru zrealizowałem za pomocą multiplekserów typu SN74153. Multipleksery utworzyły dwie 4-wejściowe, 16-bitowe przełącznice. Wyjścia pierwszej przełącznicy stanowiły magistralę S, a drugiej magistralę R. Wykorzystałem tylko 3 wejścia każdego multipleksera, czwarte służyło do wymuszania stanu zerowego na magistralach S i R.

Magistralę T – wynikową tworzyły sygnały wyjściowe arytmometru.

Pozostał problem realizacji przesunięć i rotacji. Początkowo chciałem wykorzystać możliwości elementów SN74198 i przesuwać ich stan. W końcu uznałem to rozwiązanie za zbyt skomplikowane i zdecydowałem się na przełączanie bitów. Po prostu pomiędzy wyjściem przełącznicy drugiej a wejściem arytmometru wstawiłem przełącznicę bitów. Przełącznicę dla bitów 1-14. tworzyły multipleksery tego samego typu, którego użyłem w przełącznicach 1 i 2, natomiast dla najmłodszego i najstarszego multipleksery 8-wejściowe typu SN74151.

Po tych wstępnych przymiarkach układowych oceniłem, że procesor minikomputera będzie się składał 5 pakietów:

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

Wybór zespołu projektowego był dla mnie decyzją trudną. Najchętniej wszystko zrobiłbym sam. Najlepiej znałem funkcjonowanie minikomputera HP214B, więc nie chciałem tracić czasu na przekazywanie tej wiedzy. Z drugiej strony zdawałem sobie sprawę, że nie mogę rozwlekać całego projektu w czasie. W końcu zdecydowałem gros prac projektowych wykonać sam, ponieważ po naszkicowaniu koncepcji całości wydawało mi się to możliwe. Zdecydowałem

jednak wykorzystać jednego z kolegów do zaprojektowania dekodera rozkazów, ponieważ mogłem precyzyjnie zdefiniować jego funkcje. Wybrałem Marka Mokrosza, którego poznałem już z dobrej strony w czasie dotychczasowej współpracy i do którego miałem pełne zaufanie. 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 darzyłem ją zaufaniem.

Przyjąłem następujące 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.

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 to wyjście jest w stanie H (napięcie wyjściowe > 2.4 [V]). Winna temu była struktura stopnia wyjściowego przerzutników. Niezależnie od rodzaju przerzutnika (D, J-K, ...) w stopniu wyjściowym zawsze był 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.

Postanowiłem też zamknąć obieg adresów i danych w obrębie jednego pakietu, co intuicyjnie uznałem za niesłychanie ważne. Uważałem, że newralgiczne, dla niezawodnego działania minikomputera, układy arytmometru i rejestrów, powinny być szczególnie chronione przed wpływem zakłóceń, więc magistrale nie powinny „wychodzić” z pakietu.

Kierownik w moje prace nie ingerował, ale jeśli miałem problem do przedyskutowania, to zawsze mogłem liczyć na jego życzliwą pomoc. Koncepcję całości miałem „w głowie”, a z narysowania schematów blokowych pakietów zrezygnowałem, poprzestając na szkicach opisanych wyżej. Początkowo oszacowałem liczbę pakietów na pięć. Okazało się jednak, że arytmometr z rejestrami

nie zmieści się na jednym pakiecie. Wprowadziłem w miejsce jednego dwa pakiety, młodszego (bity 7-0) i starszego bajtu (bity 15-8) słowa maszynowego. W ten sposób liczba pakietów wzrosła do sześciu.

Wykorzystując uzyskaną swobodę, przygotowałem schematy ideowe 5 pakietów, a Marek pakietu dekodera rozkazów, tworzące razem procesor minikomputera. Stosowaliśmy intuicyjne metody zaprojektowania, sporadycznie wspomagając się metodami formalnymi (siatkami Karnaugh) poznanymi podczas słuchania wykładów profesora Jerzego Siwińskiego z teorii automatu. W moim przypadku dotyczyło to tylko optymalizacji dekodera rozkazów wejścia-wyjścia. Większe możliwości w tym zakresie miał Marek, ale wynikało to ze specyfiki pakietu, który projektował. Wykorzystał siatki Karnaugh do optymalizacji układów: sterowania arytmometru, przełącznic 1 i 2, przełącznicy bitów oraz dekodera grup rozkazów, rozkazów operacji arytmetycznych i logicznych oraz skoków.

Montaż pakietów przeprowadzono metodą krosowania uniwersalnych obwodów drukowanych standardu CAMAC. Zmontowane pakiety sprawdziłem i uruchomiłem wstępnie. W celu uruchomienia procesora minikomputera 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 równoległych 8-bitowych danych także sygnałów start i gotów. Od strony urządzeń peryferyjnych nie przewidywałem problemu.

Prostota interfejsu czytnika i perforatora nasunęła mi pomysł umieszczenia ich w wspólnym pakiecie, zajmującym jedną pozycję w kasecie. Wymagało to przypisania pakietowi interfejsu dwóch adresów selekcyjnych (drugi był jednocześnie pierwszym adresem następnego gniazda jak w HP2114B) i zapewnienia drugiemu adresowi możliwości pracy z przerwaniem priorytetowymi (tego nie zapewniał HP2114B). Przy okazji wyeliminowałem układ kodowania adresu przerwania (zrealizowałem to przez okablowanie), zapewniając jednocześnie ciągłość linii PRL-PRH (selekcja najbardziej uprzywilejowanego przerwania) mimo, że przy wykorzystaniu obydwu adresów selekcyjnych pakietu następne gniazdo musiało pozostać wolne.

Uruchomienie minikomputera przeprowadziłem w kilku etapach. W pierwszym sprawdziłem wykonywanie kolejno wszystkich rozkazów. Była to praca żmudna i czasochłonna. O analizatorze stanów nie było oczywiście mowy, jedynym przydatnym przyrządem był niezłej klasy oscyloskop. Wykorzystałem symulator pamięci operacyjnej w postaci 16 bistabilnych przełączników, na którym

ustawiałem kod rozkazu lub wartość argumentu i posługując się kluczem pracy krok po kroku wykonywałem pojedyncze fazy rozkazów. W ten sposób sprawdziłem działanie procesora podczas realizacji wszystkich rozkazów. Poprawiałem zauważone błędy.

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, rozkaz po rozkazie, w kodzie maszynowym. 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 kasyety adresami selekcyjnymi 10_8 i 11_8 uruchomiłem współpracę procesora 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 na HP2114B. Wprowadziłem loader, program rezydujący w ostatnich 64 komórkach umożliwiający wczytywanie do pamięci operacyjnej programów w formacie absolutnym. Były to kompilatory (assembler, Fortran, Algol), interpreter Basic, system operacyjny BCS, edytor tekstu oraz programy diagnostyczne.

W pierwszej kolejności 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. Posługując się opisaną poprzednio metodą „odwrotnego assemblera”, oscyloskopem, porównywaniem działania z wzorcem, przede wszystkim jednak metodami intuicyjnymi doprowadziłem do poprawnej realizacji programów użytych na tym etapie testowania.

Wiele problemów rozwiązałem na drodze czysto teoretycznych analiz, wykonywanych „w głowie” w drodze 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 zapamiętałem wszystkie kody rozkazów języka wewnętrznego i kody mnemoniczne assembler’a, że oglądając wiele lat potem, z Maciejem – starszym synem, amerykański film TERMINATOR bez trudu interpretowałem listę rozkazów przelatującą przed oczami cyborga, w trakcie naprawy uszkodzonej kończyny.

Ostatnim etapem sprawdzenia zgodności minikomputera z HP2114B było napisanie programu z wykorzystaniem wczytanego edytora symbolicznego, wykonanie kompilacji, scalenie z bibliotekami standardowymi pod kontrolą systemu operacyjnego BCS, wczytanie wyprodukowanej wersji absolutnej i wykonanie programu. W tym celu zaprojektowałem jeszcze 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 zgodnym z minikomputerami firmy Hewlett-Packard.

Final projektu

Nadeszła chwila zademonstrowania działającego prototypu minikomputera. Wtedy dopiero uświadomiliśmy sobie z Jerzym, że minikomputer nie ma nazwy. Jerzy wybrał nazwę MKJ-28 licząc na to, że zastąpi minikomputer MKJ-25 w systemie S. 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.

Jerzy Pilch-Kowalczyk przedstawiając zalety minikomputera MKJ-28 zwrócił uwagę na 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. Profesor Osuch polecił doktorowi Grzywakowi przeanalizować możliwości wykorzystania tak wspianego 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 T0 i T6,
- 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 stronę Hewlett-Packard Computer Muzeum²⁹, a na niej 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. Dzięki Jerzemu Pilchowi-Kowalczykowi potrafiłem tak zoptymalizować układy minikomputera, że zaoszczędziłem 25% elementów scalonych, co nawet po 33 latach dało mi ogromną satysfakcję.

Francuskie wakacje

W końcu zamiast zastosować MKJ-28 zakupiono minikomputer T2000/20³⁰ przeznaczony do zastosowań przemysłowych, produkowany przez francuską firmę Télémécanique Electrique. T2000/20 miał stanowić bazę sprzętową nowej wersji systemu S przeznaczoną 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 programowania i 3 miesięczne w zakresie sprzętu.

W pierwszym uczestniczyli: Jerzy Pilch-Kowalczyk, Bogumił Dec, Henryk Staliga oraz mgr Małgorzata Garnarcz, 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.

Podczas 3-miesięcznego szkolenia zadziwiałem francuskich instruktorów biegłością identyfikowania i usuwania usterek, które innym kursantom sprawiały wiele kłopotu. Dla mnie szkolenie zmieniło się w wakacje. Weekendy wykorzystałem do poznania innego świata, innych ludzi, obyczajów. Zobaczyłem Departament Isere 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. Zostałem wysłany na 3 miesięczne szkolenie, ale dla bezpieczeństwa wizę francuską załatwiono mi tylko na 3 tygodnie. 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-6401³¹. Mgr inż. Adam Mokrzycki oprogramował monitor oraz napisał program, który umożliwił przedstawianie, w różnych zestawieniach, zasobów osobowych i rzeczowych ZKMPW. Na polecenie Jerzego 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. 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.

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 został dyrektor kopalni SIERSZA. Znał system S wdrożony z trudem w jego kopalni i wspierał jego dalsze rozpowszechnianie. Przełknął zakup T2000/20, ale kopalnia WESOŁA była jedynym miejscem zastosowania tego minikomputera w górnictwie polskim.

SMC-3 i poszukiwanie zastosowań

Jerzy Pilch-Kowalczyk, niezrażony niepowodzeniem planu zastąpienia minikomputera MKJ-25 przez MKJ-28 w systemie S, 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 czytnika/perforatora i teletype'u, uzupełniłem programowanym generatorem przerwań i 64 wejściami dwustanowymi, nieprzerywającymi. Na początku 1975 roku ZEG wyprodukował pierwsze podzespoły serii informacyjnej minikomputera nazwanego SMC-3³². Wyprodukowane podzespoły trafiały do Zakładu Automatykacji Powierzchniowej, który zdążył już kilkakrotnie zmienić nazwę³³, gdzie były uruchamiane i konfigurowane 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.

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 8b³⁴, które oprócz dwóch kaset elektroniki, zawierały 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 wstawialiśmy 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, ale twórczy niepokój Jerzego doprowadził także do wykorzystania minikomputera SMC-3 do analizy zagrożeń naturalnych. Ze wszystkich zagrożeń występujących w górnictwie szczególnie nasiliło się występowanie tąpnięć 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 *Automatykacja i sterowanie procesów technologicznych w zakładach górniczych* (1976–1980). Kierowałem zadaniem 01.5.08.01 *Opracowanie środków technicznych dla podsystemu sterowania procesami technologicznymi kopalni, w szczególności: cyfrowej stacji rejestracji stężenia metanu 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*.

Dyspozytorska kontrola produkcji

Najwcześniej oprogramowano minikomputer SMC-3, na potrzeby podsystemu I-EAD, w taki sposób by zastępował SMC-2. W pracach tych uczestniczyli magistrowie inżynierowie Jan Majcherczyk i Aniceta Malczewska³⁵. Tak przygotowane systemy zainstalowano w latach 1975/1976 w kopalniach WIECZOREK, WUJEK, STASZIC i ZOFIÓWKA. Aplikacje te nie spotkały się z przychylnym przyjęciem, ponieważ ujawniały dane dotyczące kopalni poza kopalnię oraz obciążały dyspozytora dodatkowymi obowiązkami.

Na nasze szczęście w kopalni ZOFIÓWKA znalazła się grupa pracowników zainteresowana nieco innym wykorzystaniem minikomputera SMC-3 do kontroli przebiegu produkcji i bilansowania wydobycia, realizowanej wyłącznie na potrzeby kopalni³⁶. W opracowaniu założeń systemu uczestniczyli pracownicy kopalni, głównie mgr inż. Roman Trzaskalik. Oprogramowanie było dziełem mgr inż. Adama Mokrzyckiego. Wynikiem współpracy był system dostarczający dyspozytorowi informacji o pracy przodków i odstawy w postaci przyjaznych, łatwych w percepcji raportów, nie ujawniający danych poza kopalnię. Kopalnia ZOFIOWKA stała się w ten sposób naszym poligonem doświadczalnym, natomiast aplikacja źródłem inspiracji dla kolejnych wersji systemu kontroli przebiegu produkcji.

System analizy zagrożeń tąpnięciami

W roku 1974 zainteresowaliśmy się zautomatyzowaniem procesu analizy zarejestrowanych sygnałów sejsmoakustycznych³⁷ informujących o stanie górotworu. W kopalniach pracowały urządzenia SSA-1, opracowane w Głównym Instytucie Górnictwa i produkowane przez ZEG Tychy. Urządzenie SSA-1 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 zlewanie się poszczególnych prążków na papierowej taśmie rejestratorów Xt.

Z inicjatywy Jerzego i przy jego udziale, przeprowadziliśmy wiele dyskusji z pracownikami działów do spraw tupań, z których wyłonił się pomysł zautomatyzowania najbardziej czasochłonnnych 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 ograniczyło liczbę klas do 8, co nie miało większego znaczenia,

ponieważ zwiększyła się równocześnie dokładność zliczania. Urządzenie klasyfikacji impulsów sejsmoakustycznych SMC-2s³⁸, bo tak zostało nazwane, zliczało liczbę impulsów 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 impulsów i przygotowanie analizy rozpoczynano 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 impulsów sejsmoakustycznych SMC-2s uzupełniono minikomputerem SMC-3 oprogramowanym do analizy i prognozowania zagrożeń tąpnięciami³⁹. Oprogramowanie przygotował Jerzy wykorzystując wiedzę i doświadczenie mgr inż. Ludwika Gracy, kierownika działu ds. tępnięć w kopalni SZOMBIERKI. SMC-3, wraz z urządzeniem do klasyfikacji impulsów sejsmoakustycznych typu SMC-2s, stanowiły przykład zastosowania techniki komputerowej do zautomatyzowania najbardziej czasochłonnych czynności w procesie przygotowania prognozy zagrożenia tąpnięciami.

Cyfrowa centrala metanometryczna

Dla zabezpieczenia kopalń przed wybuchem metanu ogromne znaczenie miał zakup systemu metanometrycznego typu CTT 63/40U firmy Oldham⁴⁰ oraz licencji na jego produkcję w Polsce. System zrewolucjonizował pomiary stężenia metanu oraz sposób zabezpieczenia kopalni. 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 wyposażonym w specjalizowane oprogramowanie. Zostałem, za sprawą Jerzego, włączony do tego projektu.

Cyfrowa centrala metanometryczna CMC-141 była 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, prywatnie wybitny alpinista i himalaista. Tak się dziwnie składało, że w zakładzie tym zatrudniony był jeszcze Jerzy Kükuczka, najślynniejszy polski himalaista. Celowo napisałem „zatrudniony był” by odróżnić jego faktyczny status od statusu Aleksandra Pańkownika, 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 przetwor-
nik częstotliwość-cyfra, który specjalnie dla tej aplikacji zaprojektował Adam Mokrzycki. Oprogramowanie centrali metanometrycznej CMC-1⁴² opracowali magistrowie inżynierowie Marek Dworak i Aleksander Hanslik, absolwenci Wydziału Automatyki i Elektroniki Politechniki Śląskiej, którzy od kilkunastu miesięcy pracowali w moim zespole.

Zadaniem drugiego zespołu, złożonego z pracowników Zakładu Metanometrii, było przygotowanie układu nazwanego **Blok Obwodów Linii (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.

Inne zastosowania

Niezależnie od opisanych zastosowań 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 z Głogowsko-Legnickiego Zagłębia Miedziowego.

Warto 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 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 znaczne 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, dla huty zakupiono prestiżowe wtedy minikomputery PDP-11 firmy DEC. Minikomputery nadeszły

i oczekiwano przyjazdu przedstawiciela serwisu, który zgodnie z umową miał wykonać instalację i uruchomienie.

Serwisant przyjechał i 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 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 skrzynie 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 Centrum, EMAG⁴³, której przewodniczył, słyszał o minikomputerach SMC-3 wyposażonych w kompilatory języków wysokiego poziomu. Profesor poprosił dyrektora OBR SMEAG⁴⁴ o udostępnienie minikomputera SMC-3 w celu 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 i w grudniu 1976 roku dokonano pierwszego spustu surówki.

Zanim to nastąpiło miało miejsce wydarzenie zabawne, jednocześnie, jak się niebawem miało okazać, dla mnie niezwykle istotne. 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. Był to typowy objaw spowodowany błędem programisty, prowadzącym do zapętlenia programu w fazie adresacji pośredniej.

Oprogramowanie minikomputera HP2114B dopuszczało bowiem 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 pracować poprawnie. Zebrani spoglądali na mnie z podziwem, ale ja nie widziałem w tym nic nadzwyczajnego. Po prostu wiedza i trochę doświadczenia. Jednak profesor Węgrzyn uznał mnie za geniusza i w tym duchu napisał odręczny 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 kilka lat wykładałem budowę minikomputerów dla studentów VII semestru informatyki.

Profesor Węgrzyn zachwyił się niezawodnością minikomputera SMC-3 i w jakiś czas potem również dr inż. Adam Wolisz⁴⁵ z Zakładu Systemów Automatyki Kompleksowych PAN wykorzystał minikomputer SMC-3 w systemie wspomagania operatora pieców wglębnych w Hucie Katowice.

PRS-4 profesjonalny minikomputer do zastosowań przemysłowych

Przełom lat 1976/77 przyniósł wiele zmian, z których najważniejsze dla mnie było odejście Jerzego Pilcha-Kowalczyka do MERA-ELZAB w Zabrze oraz decyzja Rady Naukowej powodująca mnie na stanowisko adiunkta naukowo-badawczego. 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.

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 na podstawie wskazań metanomierzy Barbara ROW, kontrola ciśnienia wody w rurociągach przeciwpożarowych i ciśnienia sprężonego powietrza)⁴⁶. Podczas tych prac wykonaliśmy wiele unikalnych badań, między innymi zidentyfikowa-

liśmy parametry procesu „uczenia się” dyspozytorów oraz poznaliśmy wpływ systemu na czas ich reakcji na zdarzenia krytyczne⁴⁷.

Niezależnie od przedstawionych prac aktywnie uczestniczyłem w projekcie cyfrowej centrali metanometrycznej CMC-1. Na moje szczęście jako poligon wybrano także kopalnię WESOŁA i w maju 1978 roku rozpoczęliśmy tam badania eksploatacyjne. Początkowy okres badań był koszmary. Mieliliśmy 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 czujników analogowych, sterował cyklem pomiarowym każdego z nich, wykrywał przekroczenie nastawionych progów, wyłączał energię elektryczną w zagrożonych wybuchem metanu rejonach, 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.

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 bloku 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. Najtęższe głowy EMAG'u trzymały 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 wyznaczył mnie odpowiedzialnym za cały projekt.

Następnego dnia 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, pozwalająca 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 ds. 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. 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 impulsów 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), a urządzenia nie pozwalały na rejestrację innych parametrów poza amplitudą sygnału. Napięciowy sygnał przesyłany po niesymetrycznych liniach 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 wyniki klasyfikacji impulsów przetwarzał wsadowo (zarejestrowane na taśmie perforowanej przez SMC-2s), albo pobierał wprost z urządzenia SMC-2s. Ten drugi sposób pracy nasunął nam pomysł, by zmodyfikować system analizy 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 SPRS⁴⁸, obejmująca 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 pierwszego z 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.

Wynikiem naszych działań było opracowanie i wykonanie, doświadczalnego rejestratora sygnałów sejsmoakustycznych⁴⁹. 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 Henryk Ciopiński, 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.

PRS-4 efekt liftingu minikomputera SMC-3

W sierpniu 1978 roku zostałem kierownikiem Zakładu Systemów Sterowania BS-3⁵⁰ w OBR SMEAG. W kompetencjach zakładu znalazły się rejestratory przebiegu produkcji (SMC-2 i SMC-3) pracujące na potrzeby podsystemu

I-EAD, wdrożone między innymi w kopalniach STASZIC i WIECZOREK, wersja 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 tapaniami na minikomputerze SMC-3, zainstalowany w kopalniach SZOMBIERKI i POKÓJ oraz cyfrowa centrala metanometryczna CMC-1 w kopalni WESOŁA.

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 intuicyjnie, zlikwidowałem wszystko to, co poprzednio najbardziej mnie drażniło i przeszkadzało. W pierwszej kolejności panujący dotychczas zwyczaj, że w naradach organizowanych przez przełożonych udział brali 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 przed szumem informacyjnym, powstającym na naradach. Pracownicy byli mi wdzięczni, mogli spokojnie zająć się pracą. Sam niestety traciłem sporo czasu, ale per saldo taka metoda okazała się opłacalna. Uprościłem też obieg dokumentów w zakładzie ograniczając do minimum biurokrację.

W zakresie merytorycznym, przed wytyczeniem kierunku prac zakładu podsumowałem dotychczasowe doświadczenia, związane z wprowadzeniem technik informatycznych do dyspozytorski kopalnianych, co nie było trudne, bo w większości miałem udział, od niewielkiego w systemie S na kopalni JAN, po duże 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.

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 rozwiązań we wszystkich kopalniach. Widziałem zainteresowanie użytkowników, którym ułatwiał 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 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.

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 metodą krosowania, 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 problemem, bo ich sprężyste styki zapewniały dobry kontakt z pakietami. Jednak antyimportowe działania, polegające na zastąpieniu złączy Socapex produktami czeskosłowackiej firmy TESLA, spowodowały spore kłopoty. Styki w złączach TESLI wykonane były prawdopodobnie z materiału mało sprężystego, miałem nawet wrażenie, że z plastycznego. Już kilkakrotne wyjęcie i włożenie pakietu do kasety powodowało powstanie niepewnego połączenia lub nawet jego brak. Nie można było swobodnie wymieniać pakietów między poszczególnymi egzemplarzami minikomputera SMC-3, więc serwisowanie stawało się koszmarem. Zmiany te wymagały przeprojektowania wszystkich obwodów drukowanych.

Zmieniłem też sposób rozmieszczania kart interfejsu w kasecie. W minikomputerze SMC-3 karta interfejsu o najwyższym priorytecie (gniazdo o adresach selekcyjnych $10_8/11_8$ przypisanych czytelnikowi/perforatorowi) umieszczana była bezpośrednio za procesorem (pozycja 16). 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 najwyższym priorytecie (gniazdo o adresach selekcyjnych $10_8/11_8$) umieściłem jako pierwszą od lewej (pozycja 1), a ponieważ była to karta interfejsu czytnika/perforatora, która stanowiła standardowe wyposażenie minikomputera, to magistrala IOB oraz pozostałe sygnały kanału wejścia-wyjścia były zamknięte opornością falową. W kasce 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_8 do 30_8) do gniazd od 16. do 4. doprowadziłem dodatkowo po 3 adresy zwiększając dostępny w kasce zakres adresowania (Ryc. 6). Pojedyncza karta interfejsu umożliwiała wprowadzanie lub wyprowadzanie do 64 sygnałów dwustanowych (4 grupy po 16 bitów), 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 Programowany RejeStrator, a wytluszczone litery utworzyły oznaczenie minikomputera **PRS-4**. Cyfra 4 oznaczała kolejną, czwartą już generację urządzeń SMC (SMC-1 T, SMC-2 i SMC-3).

Wymogłem zmianę procesu opracowania, wykonania i wdrożenia nowych systemów, ponieważ dotychczasowy, 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, generację oprogramowania dla każdej aplikacji oraz uruchomienie systemu. Kompletacją i wdrażaniem sprzętu miał się zająć Zakład Kompletacji i Montażu Systemów Automatyki CARBOAUTOMATYKA.

Lifting minikomputera rozpoczęty pod koniec sierpnia 1978 roku 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 pakietem dekodera rozkazów DR,
- Andrzej Kot zajął się pakietem pulpitu sterowania PM, który rozbudował o układ restartu,

– Janusz Suchy zajął się kartą interfejsu KI-420⁵¹ 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 ja zająłem się obydwoma pakietami arytmometru i rejestrów R815, R07, pakietem taktowania UT, pakietem sterowania operacjami wejścia-wyjścia WW oraz kartami interfejsu KI-410 programowanego generatora przerwań oraz 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 pakietów.

W ZEG'u zajęto się mechaniką i zastąpiono stosowaną dotychczas obudowę przypominającą lodówkę, profesjonalnie wykonanym stojakiem 19 calowym 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-4⁵².

Ostatnim pakietem, 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-32⁵³ przeznaczonym do kontroli wymiany taboru na przejściach stycznych Śląskiej DOKP. Przekładając na normalny język chodziło o bilansowanie wagonów przekraczających granice Śląskiej DOKP. Przydatność systemu sprawiła, że również pozostałe dyrekcje okręgowe zamówiły i zainstalowały CLO-32.

Ostatni pakiet 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 egzemplarzy minikomputera ODRA 1325⁵⁴. 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 Zakładem Systemów Sterowania BS-3 (w latach 1978–1981), a potem Zakładem Systemów Dyspozytorskich ZB-7 (w latach 1982–1990). Wynikiem był modułowy system dyspozytorski MSD-80.

MSD-80 modułowy system dyspozytorski

System MSD-80 był wynikiem procesu poszukiwań, 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, SZCZYGŁOWICE, DĘBIENSKO, 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 założeń 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, dyscyplinowania kopalń i dokonywania porównań między kopalniami, a nie samym kopalniom.

System kontroli przebiegu produkcji w kopalni ZOFIÓWKA powstał w wyniku krytycznej analizy rezultatów działania minikomputera SMC-3 zastosowanego do zbierania danych 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 wysłuchiwanie 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 charakteryzował się:

- uniwersalnym sposobem kontroli przodków wydobywczych, zapewniającym wystarczająco dokładną lokalizację przyczyny (winowajcy) postoju,
- czytelnymi raportami o pracy przodków i urządzeń ścianowych w przekroju całej zmiany,
- prostym sposobem bilansowania wydobywania z przodków, nie wymagającym kłopotliwych w eksploatacji wag taśmociągowych,
- przygotowaniem danych do dalszego przetwarzania wsadowego na kopalni i dla kopalni,
- prostą obsługą,
- możliwością łatwej rozbudowy funkcjonalnej,
- wykorzystaniem 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), oprogramowaniem użytkowym oraz uczynkowaniem. 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 OBR SEMAG tendencji:

- zastosowania jednego minikomputera zdolnego do kontroli wszystkich procesów technologicznych, jak miało to miejsce w kopalniach SIERSZA, SZCZYGLÓWICE, DĘBIENSKO 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 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 wprowadzanie zmian. Ponieważ specyfikację wymagań systemu, 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 odpowiedniej niezawodności konfiguracja systemu była dwukomputerowa. W rzeczywistości centrala dwukomputerowa CMC-1/2 była zestawem dwóch niezależnie pracujących central CMC-1, wykonanych na minikomputerze PRS-4, obsługujących po 64 czujniki każda, umieszczonych we wspólnym stojaku.

Bolesne doświadczenie spowodowało, że odtąd dużo czasu przeznaczałem na „wsłuchiwanie się” w potrzeby kopalń i nigdy już nie zgodziłem się, by ktoś arbitralnie narzucał mi specyfikację wymagań. „Wsłuchiwanie” nie polegało oczywiście na bezkrytycznym przyjmowaniu wszystkich propozycji. Najczęściej, po wstępnym rozeznaniu problemu, przedstawialiśmy naszą propozycję, do której otrzymywaliśmy wiele uwag od różnych użytkowników, często sprzecznych ze 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 (Ryc. 7).

System MSD-80 miał strukturę modułową. 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^{55, 56},
- HADES przeznaczony do kontroli przebiegu procesu produkcyjnego oraz kontroli wybranych parametrów bezpieczeństwa⁵⁷,
- SYLOK przeznaczony do automatycznej, natychmiastowej lokalizacji miejsca wystąpienia wstrząsu i określania jego energii⁵⁸,
- CMC 1/2 przeznaczony do centralnego zabezpieczenia kopalni przed wybuchem metanu⁵⁹.

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

- SWWP przeznaczony do wczesnego wykrywania pożarów⁶⁰,
- 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 tępnięć kilku innych kopalń, między innymi SZOMBIERKI i WUJEK. W kopalni SZOMBIERKI, gdzie wdrazaliśmy urządzenie ŚMC-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. Mitregi, syna byłego ministra górnictwa, oraz mgr inż. Jana Kozy, który poprzednio pracował w OBR SMEAG. 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 ich parametrów. W odróżnieniu od urządzenia klasyfikacji impulsów 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 w zdefiniowanym czasie. Wyznaczano także aktywność górotworu bieżącą oraz jej wartość średnią w zdefiniowanym okresie. 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.

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. Bogumił Dec z Andrzejem Gajochem zajęli 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 wydobycia zastosowanego w kopalni ZOFIÓWKA. 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 urobku 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 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 synoptycznych⁶¹.

Pomocy w czasie wdrożenia systemu udzielili nam mgr inż. Bugła – szef służb teletechnicznych oraz mgr inż. Jan Kacy – Główny Inżynier ds. Energo-maszynowych kopalni MOSZCZENICA.

SYLOK system lokalizacji wstrząsów

Stosowane w kopalniach aparatury sejsmiczne RAC AL THERMIONIC i GÓRNIK umożliwiały wyłącznie rejestrację fal sejsmicznych. Pierwsza z nich zapisywała sygnały na taśmie magnetycznej, którą po zakończeniu zmiany produkcyjnej przesłuchiwano, wybierano interesujące zapisy i lokalizowano wstrząsy oraz wyznaczano ich energię. Metodę cechowało znaczne, dochodzące do wielu godzin opóźnienie pomiędzy wystąpieniem wstrząsu a jego analizą. Druga z aparatów wyposażona była w układ opóźniający z zamkniętą pętlą taśmy magnetycznej, który pozwalał 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 współrzędnych stanowisk sejsmometrów i znanej prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych 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 okresu poprzedzającego o 1,5 s zgrubnie rozpoznany początek. Tak zapamiętany przebieg służył 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.

Realizacja prac była wielkim wyzwaniem, ponieważ wcześniej nie próbowano zrealizować w kopalniach 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 TSS⁶². 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.

Prace zakończyło wdrożenie prototypu modułu SYLOK w 1983 roku, w kopalni SZOMBIERKI.

CMC-1/2 cyfrowa centrala metanometryczna

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 dwóch 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.

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 na żądanie. 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.

SWWP system wczesnego wykrywania pożarów

System wczesnego wykrywania pożarów SWWP był 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 kopalń, a pierwsze wdrożenie miało miejsce w kopalni STASZIC w 1982 roku.

SAK-SG system wczesnego wykrywania wyrzutów gazu i skał

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 jest 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.

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 użytkowników⁶³, bo otrzymaliśmy wiele zamówień. 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.

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 – 16 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 CESARO⁶⁴ 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.

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 RWPG⁶⁵. 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 (ИНТЭРАСУУГОЛЬ). My jako pracownicy EMAG'u uczestniczyliśmy w pracach nad zastosowaniem komputerów do monitorowania i sterowania procesów technologicznych (АСТП). 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 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-80⁶⁶ 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 węgla, ja w zakresie systemu dyspozytorskiego MSD-80 obejmującego monitorowania produkcji i stanu bezpieczeństwa kopalni (zabezpieczenie metanometryczne i ocena zagrożenia tąpnięciami).

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. Przestrzegaliśmy, że wyjaśnienie zwykłej pomyłki czy przejęzyczenia nie będzie sprawą łatwą i dlatego należy ważyć każde wypowiedane słowo. I tak 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 Pekinśkim. Pamiętał nazwisko Gładysz, jakie nosiła jedna z wykładających Polek. Kiedy przedstawiłem się po przylocie oświadczył, że zna mnie. Widząc moje zdumienie wyjaśnił, że tłumaczy 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 wydobywczy. 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 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 materiały, Deng odpowiedział, że to notatki z grudniowego seminarium, które wydali, aby większa grupa specjalistów mogła skorzystać z przekazanej wtedy wiedzy.

W następnych dniach dobrze przygotowani Chińczycy, wyposażeni dodatkowo w tak zmyślnie wykonaną ściągę, sprawdzili moją pamięć. 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 dyspozytorni⁶⁷ oraz sprzętem zainstalowanym

w przodku badawczym na głębokość 1080 metrów. Zaskoczyła mnie temperatura $+28^{\circ}\text{C}$, stosunkowo niska jak na te głębokości. W polskich kopalniach na tej głębokości jest znacznie cieplej. W przodku testowaliśmy działanie metanomierza ręcznego MVlp, który przywiozłem w celach marketingowych. Wyniki pomiarów porównywaliśmy ze wskazaniem metanomierza optycznego typu Szahtior (Шахтрёп) stosowanego przez Chińczyków. Przodek przewietrzany był wentylatorem lutniowym, a mimo to stężenie metanu wynosiło 9,6%. Ponieważ metan wybucha 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 uświadomiłem sobie, co się stało, poczułem podtrzymujące mnie ręce. Z podziemnego półmroku ciekawie spozierały na mnie zaciekawione oczy górników, również kobiece. Były to Chinki pracujące na dole kopalni. W Polsce do połowy 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 zasadniczą 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.

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. Byli niezwykle dociekliwi i swoim zwyczajem wielokrotnie pytali o to samo. Stale też wracali do spraw praktycznego wykorzystania systemów do oceny zagrożeń tapaniami.

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 zaciekawieniem, 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 podjechał 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 SYŁOK 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 jako eksperta w zakresie eksploatacji systemów oceny zagrożeń tapaniami.

Epilog

W roku 1997 zakończyłem swoją pracę w EMAG'u. Nie miało to 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 urzędzeń i systemów oceny zagrożeń tapaniami 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 informację⁶⁸, że jedna z największych i najnowocześniejszych kopalń polskich STASZIC eksploatuje jeszcze system SAK.

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 lat 80. XX wieku.

PRZYPISY

¹ Stefan Węgrzyn (ur. 1925, Kraków) – automatyk, fizyk, informatyk. 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. W latach 1953–1969 zastępca dyrektora ds. naukowych Instytutu Automatyki PAN w Warszawie. Do roku 2003 dyrektor Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach. Laureat Nagrody Państwowej (1966 i 1976).

² Wacław Günther (ur. 1884, Siedlce – zm. 1953) – mechanik, elektryk. Absolwent Szkoły Politechnicznej we Lwowie (inżynier mechanik 1911). Studia kontynuował w Liege w Belgii (inżynier elektryk, 1912). Od 1911 w Szkole Politechnicznej we Lwowie (asystent, adiunkt). Od 1917 na Politechnice Warszawskiej. Od 1918 w Instytucie Wojskowo-Technicznym. Od 1929 w przemyśle. Od 1940 w Politechnice Warszawskiej uruchomionej jako Staatliche Technische Fachkurse. Od 1945 w Gliwicach (profesor kontraktowy Politechniki Śląskiej). Od 1946 we Wrocławiu (profesor zwyczajny).

³ 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 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 automatyzowaną JAN. Obok Kopalni Doświadczalnej M-300 utworzono Zakład Budowy Maszyn Doświadczalnych. W maju 1975 roku zostały podzielone na ZKMPW Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Automatyzacji Górnictwa z siedzibą w Katowicach i Centralny Ośrodek Projektowo-Konstrukcyjny Maszyn Górniczych KOMAG z siedzibą w Gliwicach.

- ⁴ I. Rutkiewicz: *Na Ziemi i pod Ziemią*. „Net World“ 2004 nr 7–8 (<http://www.idg.pl/artykuly/42329.html>).
- ⁵ Andrzej Grzywak (ur. 1932) – automatyk, informatyk. Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1954), dr nauk technicznych (1960), dr habilitowany informatyki (1971), profesor nadzwyczajny (1975) i zwyczajny (1990). W latach 1954–1976 w Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego. W latach 1976–1983 zastępca dyrektora ds zastosowań w Instytucie Systemów Sterowania. Od 1983 pracownik naukowy Politechniki Śląskiej. Laureat Nagrody Państwowej (1968).
- ⁶ Jerzy Pilch-Kowalczyk (ur. 1935, Rybnik) – automatyk, informatyk. Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1957), dr nauk technicznych (1976). W latach 1957–1968 w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach. W latach 1968–1976 w Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego. W latach 1977–1981 dyrektor w MERA Elżab w Zabrze. Od 1981 w USA.
- ⁷ 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 oraz doktora Henryka Kowalowskiego. Samodzielną działalność Wydział Automatyki rozpoczął 15 lutego 1964 roku. W 1971 roku do nazwy Wydziału dodano „i Elektroniki“, a w roku akademickim 1984/85 ukształtowała się obecna nazwa Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki.
- ⁸ 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. Rozwój technik programowania związany z pojawieniem się języków wysokiego poziomu, wzrost szybkości działania oraz spadek cen maszyn cyfrowych spowodował, w latach 1970-tych, zanik zainteresowania maszynami analogowymi. 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 1 cm^2 i pobiera 300 mW 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 oznaczać to powrót maszyn analogowych.
- ⁹ Jerzy Siwiński (ur. 1908 – zm. 1990) teletechnik, automatyk. Z Politechniką Śląską związany od 1948 roku. Zastępca profesora na Wydziale Elektrycznym (1951), profesor na Wydziale Automatyki (1964). Prekursor układów przełączających, ich zastosowań w automatyce i metod syntezy.
- ¹⁰ K. Żymełka: *Automatyczna nastawa potencjometrów maszyny analogowej*. „Praca dyplomowa – magisterska“ wykonana pod kierunkiem prof. dr inż. Stefana Węgrzyna.
- ¹¹ MKJ-25 uniwersalny minikomputer z szeregowym arytmometrem i 16-bitowym słowem. Posiadał 8 kB pamięć operacyjną wewnętrzną, którą można było rozbudować do 64 kB . Czas wykonania podstawowych operacji logicznych wynosił $\sim 50\ \mu\text{s}$, a operacji arytmetycznych $\sim 1,25\text{ ms}$. Wyposażony był w czytnik i perforator taśmy 8-kanalowej oraz elektryczną maszynę do pisania. Współpraca z obiektem odbywała się za pośrednictwem pamięci buforowej
- ¹² A. Grzywa k, A. O s u c h: *Problemy kompleksowej automatyzacji procesów produkcyjnych kopalni*. „Przegląd Górniczy“ 1971 nr 7–8 s. 317–325.
- ¹³ J. M i t r e g a: *Zautomatyzowana Kopalnia Węgla Kamiennego JAN*. „Wydawnictwo Śląsk“ 1974 Katowice.

- ¹⁴ A. G r z y w a k, A. O s u c h: *Problemy automatyzacji kompleksowej w górnictwie*. „Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa“ 1974 nr 12 s. 27–34.
- ¹⁵ *Urządzenie do sprzęgania maszyny cyfrowej z obiektem przemysłowym*. Opatentowane przez Urząd Patentowy za nr 89299.
- ¹⁶ *Urządzenie sygnalizacji szybowej*. Opatentowane przez Urząd Patentowy za nr 84626.
- ¹⁷ Aleksander Osuch (ur. 1914–zm. 2008) – górnik, mechanik, prof. dr inż. Specjalista w zakresie mechanizacji górnictwa i zautomatyzowanych kompleksów ścianowych. Laureat Nagrody Państwowej (1956, 1968). Naczelny dyrektor Zakładów Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego w Gliwicach (1962–1975).
- ¹⁸ 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.
- ¹⁹ Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa utworzony został w 1951 roku jako Centralne Biuro Rozliczeń Przemysłu Węglowego. W 1969 roku 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 roku został przekształcony w Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa. W czerwcu 1994 Centralny Ośrodek Informatyki Górnictwa – przedsiębiorstwo państwowe – został przekształcony w jednoosobową spółkę akcyjną Skarbu Państwa.
- ²⁰ A. L i s o w s k i, J. O s e t, Z. W ł a s z c z u k: *Komputeryzacja kontroli wykorzystania i sprawności ciągów technologicznych w kopalniach węgla kamiennego*. „Przegląd Górniczy“ 1972 nr 7–8.
- ²¹ A. D e c, Z. I s a k o w, J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *Zastosowanie rejestratora SMC-2 w charakterze elektroniki sprzężenia w systemie kontroli dyspozytorskiej*. „Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny“ 1977 nr 4 s. 117–120.
- ²² Odra 1304 miała system operacyjny, Algol, Fortran i Cobol, język konwersacyjny JEAN, języki symulacyjne CSL i SIMON. W latach 1970/73 wyprodukowano 90 szt. tej maszyny.
- ²³ K-202 16-bitowy minikomputer opracowany i skonstruowany przez inż. Jacka Karpińskiego w latach 1970/73. W 1973 roku wyprodukowano serię 30 szt.
- ²⁴ J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *Urządzenie pilotujące systemów kompleksowej automatyzacji*. „Informatyka“ 1976 nr 10 s. 15–16.
- ²⁵ Rodzina minikomputerów Hewlett Packard obejmowała: HP2114A z pamięcią 4k słów 16-bitowych i pakietem oprogramowania obejmującym Asembler i Fortan, HP2114B z pamięcią 8k słów 16-bitowych i pakietem oprogramowania obejmującym Asembler, Algol, Fortan i Basic, HP2114C z pamięcią 16k słów 16-bitowych i pakietem oprogramowania obejmującym Asembler, 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-share), umożliwiające jednoczesną pracę 16 użytkowników.
- ²⁶ Minikomputer MKJ-25 wyposażono w asembler TUZ oraz system operacyjny SOM dopiero po wdrożeniu systemu S w kopalni JAN.
- ²⁷ Komisja Oceny Maszyn Matematycznych, odbierając w październiku 1966 roku ODRE 1204 stwierdziła, że jej oprogramowanie podstawowe jest w porównaniu z maszynami firm zachodnich, bardzo ubogie. Zdawano sobie jednak sprawę z tego, że opracowanie takiego opro-

gramowania 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. [...] 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 przekaże WZW ELWRO dokumentację logiczną maszyny ICL 1904 oraz taśmy z pełnym oprogramowaniem podstawowym i użytkowym, w tym komplet testów kontrolnych. [...] a jesienią grupa logików WZE ELWRO rozpoczęła w ICL przeszkolenie w zakresie maszyny cyfrowej ICL 1904.

Wg E. B i l s k i: *Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO. Okres maszyn cyfrowych ODRA.*

„Informatyka” 1989 nr 8–12 s. 26–30.

²⁸ Już po zakończeniu projektu w styczniu 1977 roku byłem w ZSRR, w składzie delegacji OBR SMEAG poszukującej odpowiedniego minikomputera do zastosowań w górnictwie. Dowiedziałem się o próbie zaprojektowania minikomputera zgodnego logicznie z minikomputerami Hewlett-Packard podjętej przez Zjednoczenie IMPULS (Объединение 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). 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 SMEAG. 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 zgodnego logicznie z minikomputerami PDP-11 firmy Digital Equipment Corporation. We wspomnianym instytucie widziałem stojące obok siebie minikomputery: PDP-11 oraz trochę większy radziecki odpowiednik nazwany II400. Najbardziej udanym radzieckim projektem była ELEKTRONIKA-60 (ЭЛЕКТРОНИКА-60) zgodna do tego stopnia z PDP-11, że uruchomiono produkcję identycznych elementów scalonych, a poszczególne pakiety po prostu skopiowano. Identyczne było rozmieszczenie elementów, identyczne były nawet obwody drukowane. W 1979 roku Centrum Naukowo-Produkcyjne Systemów Sterowania MERA-STER w Katowicach uruchomiło produkcję minikomputera MERA-60 w ten sposób, że kupowano w ZSRR minikomputer ELEKTRONIKA-60 (ЭЛЕКТРОНИКА-60), który wyposażano w monitory ekranowe MERA-7952, czytniki taśmy perforowanej CT2200, perforatory DT-105S, drukarki mozaikowe DZM-180, potem także stacje dysków elastycznych SP45DE. Większość „wyprodukowanych” w ten sposób minikomputerów MERA-60 była sprzedawana do ZSRR.

²⁹ www.hp-museum.net

³⁰ J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *System komputerowy T2000/20 dla kopalni węgla kamiennego LENIN*. „Pomiary Automatyka Kontrola” 1977 nr 5 s. 183–185. Zanim T2000/20 został zakupiony przez ZKMPW dla kopalni WESOŁA (wtedy LENIN) pojawił się w polskich cementowniach, dostarczony przez Duńcyków, jako element infrastruktury technicznej sterowania.

³¹ A. M o k r z y c k i, J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *Wykorzystanie monitora ekranowego do komunikacji dyspozytora z systemem komputerowym*. „Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa” 1975 nr 3 s. 5–8.

³² J. P i l c h - K o w a l c z y k, B. M i n i s z e w s k i, K. Ż y m e ł k a: *Dokumentacja techniczna rejestratora cyfrowego kontroli produkcji SMC-3*. GIG i COIG 1975 Katowice.

³³ Nazwa zmieniała się kolejno na: Zakład Systemów Automatyki (ZKMPW do kwietnia 1975 r.), Zakład Kompleksowej Automatyzacji (ZKMPW do grudnia 1975), a w końcu Zakład

- Systemów Dyspozytorskich (Centrum EMAG od stycznia 1976). Był to ten sam zakład i ten sam w zasadzie zespół pracowników.
- ³⁴ MOMIK 8b minikomputer 8-bitowy opracowany przez Instytut Maszyn Matematycznych w 1973 r., produkowany seryjnie przez Zakłady Systemów Minikomputerowych MERA od 1974 roku.
- ³⁵ J. Majcherczyk, A. Malczewska: *Kopalniany system dyspozytorski współpracujący z resortowym ośrodkiem informatyki*. „Mechanizacja i Automatykacja Górnictwa” 1980 nr 1 s. 11–16.
- ³⁶ A. D e c, A. M o k r z y c k i: *System kontroli parametrów produkcji*. „Symposium Dyspozytornia lat 80” Podlesice 1979 styczeń s. 17–22.
- ³⁷ Metoda sejsmoakustyczna oceny zagrożeń tąpnięciami bazuje na analizie zarejestrowanych sygnałów akustycznych (trzasków) towarzyszących pękaniu odprężającego się górotworu.
- ³⁸ A. D e c, Z. I s a k o w, J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *Urządzenie do klasyfikacji impulsów sejsmoakustycznych w KWK Szombierki*. „Symposium Teoria i technika sterowania w służbie bezpieczeństwa pracy w górnictwie” Jaszowiec 1976 listopad s. 166–172.
- ³⁹ L. G r a c a, J. P i l c h - K o w a l c z y k: *Zagadnienia bieżącego prognozowania stanu zagrożenia tąpnięciami w świetle doświadczeń kopalni SZOMBIERKI*. „Symposium Teoria i technika sterowania w służbie bezpieczeństwa pracy w górnictwie” Jaszowiec 1976 listopad s. 130–138.
- ⁴⁰ J. C z y ż, J. P i e l a: *Kontrola zawartości metanu i system zabezpieczenia telemetrometrycznego CTT 63/40U*. „Wiadomości Górnicze” 1976 nr 11 s. 355–362.
- ⁴¹ M. D w o r a k, Z. I s a k o w, K. Ż y m e ł k a: *Koncepcja wykorzystania komputera pracującego w czasie rzeczywistym, w pewnym systemie kontroli parametrów przewietrzania kopalni węgla kamiennego*. „Symposium Zastosowanie komputerów w przemyśle” Szczecin 1978 s. 87–100.
- ⁴² M. D w o r a k: *Struktura programu sterującego pracą cyfrowej stacji metanometrycznej CMC-L*. „Mechanizacja i Automatykacja Górnictwa” 1980 nr 5 s. 25–28.
- ⁴³ Centrum Naukowo-Produkcyjne Elektrotechniki i Automatyki Górniczej EMAG powstało w 1976 roku przez połączenie ZKMPW Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Automatykacji Górnictwa z pionami automatyki GIG’u i SEPARATOR’a.
- ⁴⁴ Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Systemów Mechanizacji, Elektrotechniki i Automatyki Górniczej SMEAG był do końca lutego 1982 roku zapleczem naukowo-badawczym w strukturze Centrum Naukowo-Produkcyjnego Elektrotechniki i Automatyki Górniczej EMAG.
- ⁴⁵ Adam Wolisz (ur. 1950, Gliwice) – informatyk, specjalista w zakresie architektury i protokołów sieci komunikacyjnych. Absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach (1972), dr nauk technicznych (1976), dr habilitowany (1983). Od 1990 za granicą (Niemcy, USA).
- ⁴⁶ J. B e l d z i k, B. D e c, A. G a j o c h: *Maszyna cyfrowa T2000/20 w KWK Lenin*. „Mechanizacja i Automatykacja Górnictwa” 1978 nr 5 s. 15–24.
- ⁴⁷ J. B e l d z i k, B. D e c, A. G a j o c h, U. K l e p e k, J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *System kontroli parametrów bezpieczeństwa METAN. Badania eksploatacyjne*. „Raport z badań OBR SMEAG” Katowice 1979.
- ⁴⁸ 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 górnictwem. Metoda mikrosejsmiczną 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 otrzy-

- mane z tych trzech metod służyły do oceny zagrożenia tąpnięciami wg algorytmu oceny w skali 3-stopniowej, opracowanego w Głównym Instytucie Górnictwa. Do zautomatyzowania nadały się dwie pierwsze metody.
- ⁴⁹ Z. I s a k o w, J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *Wykorzystanie minikomputera do bieżącej analizy zagrożeń tąpnięciami*. „Symposium Dyspozytornia lat 80” Podlesice 1979 styczeń s. 9–16.
- ⁵⁰ Od 1982 przekształcony w Zakład Systemów Dyspozytorskich (ZB-7) w Centrum Naukowo-Produkcyjnym Elektrotechniki i Automatyki Górniczej EMAG.
- ⁵¹ 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 i wyjścia analogowe, a symbol *y* jej podtyp: O – podstawowy, 2 – rozszerzenie I-sze, itd.
- M. M o k r o s z, J. S u c h y, K. Ż y m e ł k a: *Programowany rejestrator PRS-4 podstawa automatyzacji kopalni węgla kamiennego*. „Informatyka” 1982 nr 8–9 s. 19–22
- ⁵³ Projekt racjonalizatorski nr T196/80 *Komputerowy system kontroli wymiany taboru na przejściach stycznych ŚL.DOKP – CLO-32*. Zarząd Zabezpieczenia Ruchu i Łączności Śląskiej DOKP.
- ⁵⁴ E. B i l s k i: *Wrocławskie zakłady Elektroniczne ELWRO. Okres maszyn cyfrowych ODRA*. „Informatyka” 1989 nr 8–12 s. 26–30.
- ⁵⁵ M. D w o r a k, Z. I s a k o w: *Bierne i aktywne metody s ejsmoakustyki w systemie oceny zagrożeń tąpnięciami*. „Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa” 1982 nr 11 s. 33–36.
- ⁵⁶ K. Ż y m e ł k a: *Stacjonarna aparatura sejsmoakustyczna i sejsmiczna do oceny zagrożeń tąpnięciami oraz lokalizacji wstrząsów*. „Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa” 1987 nr 1 s. 45–49.
- ⁵⁷ B. D e c, A. G a j o c h: *HADES – oprogramowanie cyfrowego systemu kontroli parametrów produkcji*. „Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa” 1981 nr 2 s. 35–39.
- ⁵⁸ M. D w o r a k, Z. I s a k o w: *System SYLOK – rejestracji i automatycznej lokalizacji wstrząsów*. „XI Symposium Automatyczna kontrola i wczesne wykrywanie zagrożeń w górnictwie” 1982 październik Tresna s. 140–151.
- ⁵⁹ M. D w o r a k, J. P i e l a, K. Ż y m e ł k a: *Zabezpieczenie metanometryczne kopalni*. „VIII Symposium Systemy zarządzania i sterowania kopalniami” 1979 październik Szklarska Poręba s. 63–75.
- ⁶⁰ Z. K a r o l c z a k, E. M a r s z a ł e k, J. M r o z, A. S z e b e s t a: *Systemy wykrywania zagrożeń pożarowych w kopalniach*. „VI Konferencja ICAMC” 1980 Katowice s. 118–131.
- ⁶¹ K. Ż y m e ł k a: *Monitorowanie procesów technologicznych i stanu bezpieczeństwa w dyspozytorniach polskich kopalni węgla kamiennego*. „Wydawnictwo Instytutu Systemów Sterowania” 2000 Chorzów.
- ⁶² 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 ~40dB i górną granicę przenoszonych częstotliwości 33 Hz, a GÓRNIK odpowiednio 60 dB i 20 Hz. Dzięki wzmocnieniu sygnałów bezpośrednio przy sejsmometrze i przesyłaniu ich na powierzchnię w postaci prądowej, odpornej na zakłócenia wyeliminowano błędy występujące w przypadku aparatury GÓRNIK oraz błędy fazowe wprowadzane przez dołowy modulator sygnałów aparatury RACAL THERMIONIC.
- ⁶³ K. Ż y m e ł k a: *Aktualny stan wdrażania komputerowych systemów kontroli produkcji i bezpieczeństwa w polskich kopalniach węgla kamiennego – wyniki dotychczasowej eksploatacji*. Symposium „Systemy sterowania kopalniami w latach 80” 1981 listopad Dolni Lomna C.S.S.R.

- ⁶⁴ R. T a d e u s i e w i c z: *CESARO – cifra eksperimenta sistemo por analizo kaj rekonado de bildoj (CESARO – cyfrowy eksperymentalny system analizi i rozpoznawania obrazów)*. „Internacia komputado“ 1985 nr 4 vol. 8 (Formo kaj sono) s. 13–14.
- ⁶⁵ Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej socjalistyczny odpowiednik EWG.
- ⁶⁶ K. Ż y m e ł k a: *Modular mine monitoring and control system MSD-80*. Sympozjum „Mining automation in Poland“ 1982 December 10–18 Beijing China.
- ⁶⁷ K. Ż y m e ł k a: *Systemy i urządzenia metanometryczne stosowane w kopalniach ChRL*. „Wiadomości Górnicze“ 1983 nr 8–9 s. 219–222.
- ⁶⁸ *Krótką charakterystyką kopalni STASZIC* (<http://www.khw.pl/887p-6>).

The PRS-4 minicomputer. A constructor's reminiscences

SUMMARY

The current paper gives an account of work to design a modern, reliable and interference-resistant minicomputer and on that basis to develop applications that could be used for effectively monitoring the production process and safety status in mines.

High reliability was achieved by simplifying structures and minimizing the number of elements used in constructing the minicomputer, while its high resistance to interference was achieved thanks to enclosing the circulation of addresses and data (registers and buses of the processor, and the arithmetic unit) within two modules, separately for the older and younger byte of a 16-bit machine word.

High efficiency of monitoring the production process and safety status in mines was achieved through decomposing the mine's overall technological process into particular unit processes and using an independent module for each such process, the module consisting of the minicomputer and dedicated software, specialized sensors and transmission systems.

The result was a modern minicomputer, PRS-4, and a dispatcher system, MSD-80, composed of the following modules: HADES (production process monitoring), SAK (assessment of bumps hazard) SYLOK (localization of seismic events) and CMC1/2 (methane explosion prevention). Around 80 modules of the MSD-80 system were installed in Polish mines, and almost 30 were exported, including 21 to China, which also bought a licence to produce the hardware and software for the SAK and SYLOK modules.

The work described in the current paper lasted from 1973 (prototype of the minicomputer) until the mid-1980s (when production was discontinued) and proved that creative passion and involvement makes it possible, even in very unpropitious circumstances, to achieve goals that would otherwise seem unattainable.



Ryc. 1. Minikomputer HP2114B z teledrukarką (teletype) ASR-33



HEWLETT-PACKARD SA
is pleased to present this

Certificate of Accomplishment

to

KRYSTIAN Z Y M E L K A

for participation in the training seminar on **BASIC SOFTWARE**

in Katowice, Poland

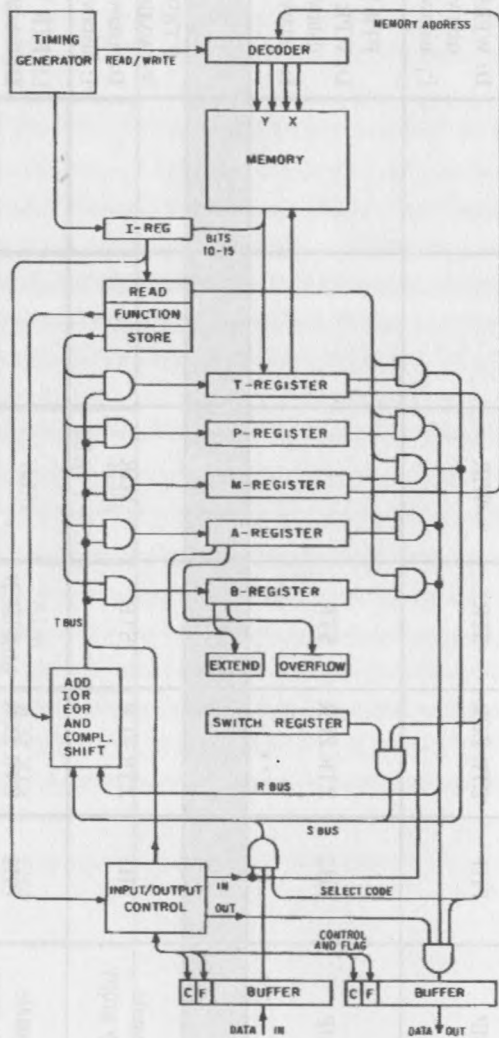
from November 22 to December 3, 1971

dated December 3, 1971

The Training Supervisor

The Managing Director

Ryc. .2 Certyfikat uczestnictwa w warsztatach oprogramowania



Ryc. 3. Schemat logiczny minikomputera HP2114B
(wg A Pocket Guide to HP Computers)

Ryc.4. Fragment tablicy implementacji rozkazów maszynowych

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	PH1	ZTR ZCR	STR	WIR			PTR9 WMR9 Z: WMR14 D: ustaw PH3 I: ustaw PH2		
Pozostałe rozkazy grupy	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					

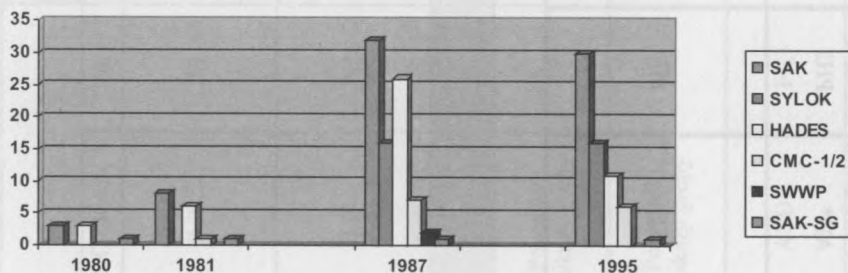
AD*	PH3	ZTR ZCR	STR	P*R, PTR		PPR, PCR WPR, WMR ustaw PHI
				W*R, WER WOR		
JSB	PH3	ZTR ZCR	PPR, PCR WTR	PMR, ALU: {TB} = {SB}		PPR, PCR WPR, WMR ustaw PHI
				WPR		
				Cn=1, WTR WCR		

Lp.	Funkcja	Sygnały sterujące arytmometru					Przypadki występowania
		M	S3	S2	S1	SO	
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	II	H	H	H	L	AND & PH3 & T35
5.	TB = RB ⊕ SB	II	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 = IRB&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

Ryc. 5 Struktura układu sterowania arytmometru Legenda:
Wytłuszczeniem zaznaczono zmieniane stany

Pozycja w kasie 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

Ryc. 6. Rozszycie adresów selekcyjnych w kasie PRS-4



Ryc. 7. System dyspozytorski MSD-80 w polskich kopalniach (lata 1980–1995)