

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

OSRODEK AUTOMATYZACJI KOMPLEKSOWEJ I SYSTEMÓW CYFROWYCH

074

A

Główny wykonawca mgr inż. Tomasz Mańkowski

Wykonawcy mgr inż. D. Borowicz

mgr inż. W. Janiak

mgr inż. K. Majdan

mgr inż. J. Witkowski

mgr inż. A. Socha, techn. R. Waleriańczyk

Konsultant

Nr zlecenia 1773

Realizacja i badania prototypowego układu  
automatyki sieci ciepłej Białegostoku.

Etap 15. Badania makietowe  
(dot. Fazy I).

Zleceniodawca PR-8 /zadanie 4.4.2 - 01/

Pracę rozpoczęto dnia luty 1983

Kier. Pracowni

po Z-caj Dyr. d/s Automatyki

zakończono dnia 30.10.1983r.

Kier. Ośrodka/

/mgr inż. R. Sobczak/

/mgr inż. J. Hawryluk/

/dr inż. T. Gałazka/

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 11

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 OBRC

fotografii

Egz. 3 OBRC

tabel

Egz. 4 WPEC-Białystok

tablic

Egz. 5 OAK-1

załączników Nr 1 i Nr 2

Egz. 6

Nr rejestr. 5106

1

## Analiza deskryptorowa

SYSTEMY AUTOMATYZACJI KOMPLEKSOWEJ + SIECI CIEPLNE + BADANIA MAKIETOWE.

## Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera krótkie omówienie przebiegu badań, wydruki z badań ciągłych i 72 godzinnego ruchu ciągłego oraz wnioski wynikające z tych badań.

## Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Realizacja i badania prototypowego układu sieci cieplnej Białegostoku  
- etap 13. Program badań makietowych (dot. fazy 1).

Nr rej. 4859 rok 1982.

697.3 Ogrzewanie centralne

65.014.56 Automatyka

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

S P I S   T R E Ś C I

	str.
1. Wstęp .....	1
2. Badania sprzętu .....	2
3. Badania oprogramowania .....	4
4. Uściślony program badań ciągłych .....	4
5. Działanie systemu podczas 72-godzinnej pracy ciągłej .....	8
6. Wnioski .....	10
7. Załączniki	
Nr 1 .....	
Nr 2 ..... <i>tylko przy egz Nr 2</i> .....	

## 1. WSTĘP

Prace wchodzące w skład badań makietowych sprzętu i oprogramowania pozornie należą do najmniej efektywnych prac w realizacji zadania automatyzacji danego obiektu technologicznego, a jednocześnie wymagają poświęcenia stosunkowo długiego okresu czasu; sposób podejścia do ich realizacji wpływa jednak w sposób istotny na realizację kolejnych prac obejmujących uruchomienie systemu na obiekcie.

Badania makietowe pozwalają ujawnić nieprawidłowości pracy sprzętu i oprogramowania. Miarą jakości wcześniej przyjętego programu tych badań jest względna ilość w/w nieprawidłowości nie wykrytych w trakcie badań makietowych a ujawnionych dopiero w czasie prac obiektowych. Miara ta nie jest jednak precyzyjna ponieważ trzeba wziąć pod uwagę to, że nigdy nie będzie możliwe stworzenie warunków obiektowych w czasie badań makietowych, a dopiero wtedy możnaby mówić o możliwości wykrycia wszystkich nieprawidłowości jakie wystąpią na obiekcie.

Dodatkowym aspektem sprawy jest to, że zaobserwowane nieprawidłowości są usuwane, o ile jest to możliwe, bezpośrednio po ich ujawnieniu, z czego wynika że istnieje możliwość, że większość z nich zostanie wyeliminowana przed zakończeniem badań makietowych, a tylko niektóre pozostaną do usunięcia w terminie późniejszym i wymagać będą fragmentarycznych badań uzupełniających, które w ostateczności będzie można przeprowadzić nawet już na automatyzowanym obiekcie. Zawartość więc raportu z badań makietowych, poza potwierdzeniem wypełnienia zadań w/g przyjętego wcześniej programu, będzie tym skromniejsza, im mniej nieprawidłowości pozostało w zbadanym sprzęcie i oprogramowaniu.

Zgodnie z p. 5.3.2. wspomnianego wyżej programu badań makietowych (sprawozdanie MERA-PIAP Nr 4859, przyjęte dn. 14.07.1982), "dokumentację badań makietowych będą stanowiły wydruki i komentarze do tych wydruków otrzymane z przebiegu prac wymienionych w p. 5.3. łącznie z harmonogramem badań 72-godzinne go ruchu ciągłego." Dla wyjaśnienia należy przypomnieć że w/w p. 5.3. obejmuje badania ciągłe systemu a w tym: badania w zakresie prac "rozruchowych systemu" (5.3.1) oraz badania systemu w pracy ciągłej (5.3.2.).

Materiały zamieszczone w niniejszym raporcie wybiegają poza ramy w/w ustaleń; wynika to z chęci przedstawienia możliwie pełnego przebiegu prac makietowych, dodatkowe materiały o których mowa wyżej obejmują punkt 4 programu badań.

Komputerowy system automatyzacji sieci ciepłej Białegostoku fazy I został poddany badaniom makietowym w pełnym zakresie wejść analogowych i dwustanowych dotyczących parametrów technologicznych oraz w ~40% wejść i wyjść dwustanowych dotyczących sterowania zasuw.

Wszystkie wejścia i wyjścia dwustanowe dotyczące sterowania zasuw zostały sprawdzone w ramach prac montażowych i uruchomieniowych makiety zgodnie z punktem 3.2. opracowania nr rej. 4859.

Badania makietowe rozpoczęły się po wykonaniu prac wymienionych w p. 3 podanego wyżej opracowania, tj. po zakończeniu montażu i uruchomieniu makiety. Trwały one od lutego do końca października 1983 r. Badania zakończył 72-godzinny ruch ciągły systemu.

## 2. BADANIA SPRZĘTU.

Makieta obejmowała sprzęt komputerowy, urządzenia sprzęgające komputer z obiektem, urządzenia pomocnicze oraz symulatory sygnałów obiektowych. Z wyjątkiem symulatorów sygnałów, pozostałe urządzenia po badaniach, zostaną zainstalowane w Białymstoku.

Połączenia makiety zostały wykonane w oparciu o dokumentację zawartą w opracowaniu nr rej. 4859 i dokumentację techniczną wykonaną w MERA-ZAP.

Sprawdzenie sprzętu wykonano zgodnie z wytycznymi zawartymi w p. 4 programu badań makietowych. Sprawdzeniu podlegały następujące grupy zagadnień związane ze sprzętem.

- Urządzenia sprzęgające komputer z obiektem i ich współpraca
- Układ sygnalizacji stanów alarmowych parametrów technologicznych
- Ocena pracy sprzętu komputerowego.

### 2.1. Sprawdzanie i badanie urządzeń sprzęgających komputer z obiektem.

Sprawdzanie, a następnie badanie sprzętu wykonane były przy pomocy testów funkcjonalnych TKMCO1 + TKMCO4 oraz testów "KOPS" i "KOPSR" o podwyższonym reżimie pracy głównie z uwagi na częstotliwość i równoległość transmisji. Zauważone usterki podczas sprawdzania

dotyczyły głównie nieprawidłowych połączeń, przy czym usterek tych było niewiele.

Podczas testowania sprzętu, oraz w okresie późniejszym przy badaniach oprogramowania miały miejsce uszkodzenia pakietów PO-05, PI-01 zestawu centralnego, oraz PE-03 i PE-04 zestawu oddalonego, naprawione w czasie prób.

W końcowym okresie testowania urządzeń zaczęły występować błędy transmisji między zestawem centralnym a poszczególnymi zestawami oddalonymi. Zjawiska te szczególnie intensywnie występowały podczas pracy testu transmisji jednoczesnej "KOPSR". Analizy wykazały, że przyczyną tego są elementy przełączające kierunek transmisji (kont-aktrony) w pakietach PL. Po dokładnej analizie postanowiono wprowadzić zmiany konstrukcyjne w pakietach PL takie, aby wyeliminować niepewne elementy, nie zmieniając ich własności funkcjonalnych. Zmodernizowane pakiety poddano badaniom na poszczególnych zestawach w czasie badań oprogramowania, a następnie na wszystkich zestawach w ramach 72-godzinnego ruchu ciągłego systemu. Na pojedynczych zestawach pakiety PL pracowały bezbłędnie, natomiast zainstalowane do wszystkich zestawów wykonywały sporadyczne błędy polegające na okresowej dezaktywacji poszczególnych kaset (widać to na wydrukach z drukarki systemowej). Przyczyną tego stanu rzeczy jest prawdopodobnie nieodpowiednie odczytanie przez system SZPAK powtórzonej transmisji.

## 2.2. Badania układu sygnalizacyjnego stanów alarmowych parametrów technologicznych.

Układ sygnalizacyjny został sprawdzony w dwóch etapach:

- sprawdzenie rozwiązania sprzętowego,
- sprawdzenie rozwiązania programowego.

Sprawdzenie rozwiązania sprzętowego już przy pierwszym podejściu wykazało niedopasowanie urządzeń. Sprawę przekazano Generalnemu Dostawcy tzn. MERA-ZAP. Problem ten ma rozwiązać ZAP wspólnie z producentem urządzeń sygnalizacyjnych USA-3, tj. MERA-PNEFAL. Urządzenia po naprawie będą musiały zostać sprawdzone w terminie późniejszym.

### 2.3. Ocena pracy sprzętu komputerowego.

Ocena pracy sprzętu komputerowego obejmuje okres od lutego do końca października 83 roku. Najslabszymi elementami zestawu komputerowego okazały się

- Zasilacze jednostki centralnej komputera
- Drukarka DZM-180 KSR
- Pamięć dyskowa
- Zasilacz monitora ekranowego.

W czasie pracy makiety powyższe elementy były naprawiane kilka razy. Pamięć dyskowa nie została naprawiona całkowicie do dnia 30.10.83, powodem jest brak elementów zapasowych. W czasie ruchu ciągłego uległa uszkodzeniu drukarka raportowa DZM-180KSR. W takich przypadkach system przewiduje wyprowadzanie raportów na drukarkę systemową co miało miejsce w tym przypadku.

### 3. BADANIE OPROGRAMOWANIA.

W badaniach oprogramowania można wydzielić:

- sprawdzanie i testowanie systemu "SZPAK" wykonywane w ramach prac nad oprogramowaniem,
- bieżące sprawdzanie oprogramowania użytkowego.

Warunkiem wykonania tych prac było poprawne działanie całego sprzętu makiety. Wymaganie zostało zapewnione mimo braku poprawnie działających pakietów typu PL. W warunkach makiety ominięto pakiety PL wykonując bezpośrednie sprzężenie zestawów oddalonych PI z zestawem centralnym (pakiety PS-30 umożliwiają pracę z PL-ami lub bez nich).

Wykonane oprogramowanie przedstawione w opracowaniu nr rej. 5084 zostało poddane badaniom ciągłym wielogodzinnym zgodnie z programem badań zawartym w opracowaniu nr rej. 4859.

### 4. UŚCIŚLONY PROGRAM BADAŃ CIĄGLYCH.

Przed przystąpieniem do badań ciągłych, ramowy plan, podany w opracowaniu nr rej. 4859 został uściślony w odniesieniu do oprogramowania, które było przedmiotem badań. Badania przebiegały zgodnie z uściślonym planem, opracowanym w oparciu o plan ramowy.

4.1. Plan prowadzenia badań wg punktu 5.3.1.

- Zakres: komora WS-5 (27)
- Czas trwania: 5-cio godzinna praca ciągła powtórzona 3-krotnie.

4.1.1. Dane komory

- Zmienne Procesu (ZP)

T272	}	G1	P272 - G7	F272 - G12
T274			P274 - G11	F274 - G15
T277		G4	P277 - G12	

G1; G4; G7; G11; G12; G15: symulatory wartości sygnałów.

- Zasuwa regulacyjna nr 271

Parametry zasowy:

Q271 - 7(S)	Z271 - 1(H)
K271 - 8(S)	W271 - 2(H)
U271 - 9(S)	V271 - 3(H)
R271 - 10(S)	
S271 - III	

7(S) + 10(S) - symulatory sygnałów dwustanowych zasowy

1(H) + 3(H) - symulatory sygnałów sterujących zasuwą

III - symulator analogowego sygnału położenia zasowy.

4.1.2. Czynności wykonywane podczas pięciogodzinnej pracy układu.

- Ustawianie wartości ZP na symulatorach.

Symulator	Ustawiane % wartości zakresu pomiarowego				
	1	2	3	4	5
G1	70	60	50	80	70
G4	40	50	30	60	40
G7	70	80	60	80	70
G11	60	50	80	60	70
G12	50	60	40	50	40
G15	70	80	50	60	70
kolejna godz. pracy systemu	1	2	3	4	5



Zakres pom. w %	Wartość w mA
30	8,8
40	10,4
50	12
60	13,6
70	15,4
80	17,0

- Wartości ZP wprowadzane ręcznie
  - T005 - (-5°C, +10°C, +15°C)
  - T004 - (+15°C, +17°C, +12°C)
  - F001 - (80t, 75t, 82t)
- Pozostałe wartości symulatorów ustawione dowolnie.
- Wyprowadzanie wydruków:
  - a) Monitorowanie ZP komory (27) co 1 min. w czasie ~ 10 min. po zmianie nastawienia symulatorów
  - b) Pod koniec każdej godziny wyprowadzenie raportu z komory (27)
  - c) Po 5-cio godzinnej pracy wyprowadzenie raportów ze wszystkich komór
  - d) Po 5-cio godzinnej pracy wyprowadzenie raportu dobowego na żądanie.
- Sterowanie zasuwą 271
  - STER 271 ZAM R271(1); Q,K,U(0)  
po zapal. 1(H) i 3(H) ustawić K271(1)
  - STER 271 OTW R271(1); Q,K,U(0)  
po zapal. 2(H) i 3(H) ustawić Q271(1)
  - STER 271 -5 Q,R(1); K,U(0)
  - STER 271.4 Q,U(0); K,R(1)
  - STER 271 ZAM R,U(1); K,Q(0)
  - STER 271 OTW R,U(1); K,Q(0)
  - STER 271 HDS P272 P277 X<sup>(1)(2)</sup>

4.2. Plan prowadzenia badań wg punktu 5.3.2.

- Zakres: Praca całego układu, pełna symulacja makietowa.
- Czas trwania: Ruch ciągły 8-mio godzinny w okresie 2 dni.

Badania nie przewidują specjalnego reżimu pracy, wymagana jest kontrola i ewidencjonowanie nieprawidłowości.

4.2.1. Dane startowe.

- Ustawienie symulatorów dowolne w granicach  $60\% \pm 15\%$  zakresu pomiarowego.
- Wartości ZP wprowadzane ręcznie: T005- wartość bliska temperatury zewnętrznej /T002/,  
T004 - temper. wody uzupełniającej  $\sim 15^{\circ}\text{C}$   
F001 - ilość wody uzupełniającej  $\sim 70\text{t}$   
T003 - temperatura prognozowana - dowolna  
S001 - wietruność - - " -  
B001 - nasłonecznienie - - " -

W czasie pracy zmieniać kilka-krotnie wartości wokół danych startowych.

4.2.2. Wyprowadzenie wydruków.

Pod koniec 8-ej godziny pracy systemu wyprowadzić:

- Raport parametrów wyjść,
- Raport parametrów powrotów,
- Raport dobowy.

Przykładowe wydruki zawiera załącznik nr 1.

X - wartość ciśnienia dyspozycyjnego nastawiona w oparciu o raport z komory.

/1/ X od wartości w raporcie

/2/ X od wartości w raporcie.

Przy każdym sterowaniu zapalają się odpowiednie lampki

1/H/ + 3/H/.

Przykładowe wydruki z badań według punktu 4.1. podano w załączniku Nr 1.

## 5. Działanie systemu podczas 72 godzinowego ruchu ciągłego.

Praca ciągła w czasie 72 godzin ma za zadanie kompleksowe sprawdzenie systemu przed uruchomieniem na obiekcie. Mechanizmy działania systemu są sprawdzane w sposób naturalny w cyklu 24 godzinnej pracy.

Sposób prowadzenia systemu w czasie 24 godzinnej /dobowej/ pracy został podany w p. 5.1 i stanowił wytyczne dla obsługi systemu.

### 5.1. Plan pracy systemu w ciągu 72 godzinowego ruchu ciągłego.

- Start systemu godz. 8<sup>00</sup> dn. 25.10.83r.

#### 5.1.1. Ustawienie warunków startowych.

- Symulatory analogowe - dowolnie w zakresie 40 + 60% /10,4 + 13,6mA/.
- T002 /opornik dekadowy/ - wartość zbliżona do temperatury zewnętrznej.
- Symulatory dwustanowe parametrów technologicznych - ustawione dowolnie
- Wartości wprowadzane ręcznie
  - T005 wartość zbliżona do T002<sup>+</sup> 5°C
  - T004 wartość dowolna w granicach 10 + 18°C
  - F001 wartość dowolna w granicach 40 + 80t°C
- Uzupełnienie wartości Zmiennych Systemowych do raportu dobowego za okres pracy systemu w godz. 1<sup>00</sup> ÷ 7<sup>00</sup> dn. 25.10.83r
  - Parametry temperatur i ciśnienia ZP nr 27 ÷ 34
  - Parametry przepływów i T002 ZP nr 18 - 25
  - F001 ilość wody uzupełniającej ZP nr 14 - 37
  - T005 temperatura prognozowa ZP 94.

Wartości powyższych ZP ustawić w granicach 50 ÷ 60% zakresów pomiarowych, dla T002 i T005 wartości bliskie warunkom rzeczywistym.

#### 5.1.2. Czynności podczas pracy systemu.

- Co ok. 8 godz. zmieniać wartości sygnałów analogowych w granicach 10% wokół nastawionych wartości.
- Kilka razy na zmianę /12 godz./ zmienić wartości sygnałów dwustanowych na przeciwne.
- Zmiana wartości ZP wprowadzanych ręcznie
  - T004 } 3 razy na dobę tzn. ~ godziny 8<sup>00</sup>, 16<sup>00</sup>, 24<sup>00</sup> w zakresie podanym w p.1.4.
  - F001 }
  - T003 } wartości dowolne wprowadzane raz na dobę ~ godz. 12<sup>00</sup>
  - S001 }
  - B001 }

11

T005 - wartość wprowadzana co 6 godz. zgodnie z założeniami programowymi, tj. po 6<sup>00</sup>; po 12<sup>00</sup>; po 18<sup>00</sup> i po 0<sup>00</sup>. System przypomina o wprowadzeniu wartości odpowiednim wydrukiem na monitorze i sygnałem akustycznym. Wartość bliska T002;

### 5.1.3. Sterowanie zasuwami.

W okresie 12 godzin, tj. jednej zmiany wykonać następujące sterowanie zasuwami 246 i 248.

- zamykanie szybkie
- otwieranie szybkie
- zamykanie krokowe
- otwieranie krokowe

Przy w/w sterowaniach ustawienie parametrów zasuw /Q; K; R; U/ dowolne.

Ponadto wykonać sterowanie dla określonego ciśnienia dyspozycyjnego dla  $\Delta P >$  od wartości w raporcie z komory 24

$\Delta P <$  od wartości w raporcie z komory 24

Przed przystąpieniem do sterowania "HDS" wywołać raport z komory 24 w celu sprawdzenia wartości ciśnienia dyspozycyjnego.

Podczas wykonywania wszystkich sterowań obserwować prawidłowość działania symulacji sterowania.

### 5.1.4. Wprowadzenie wydruków.

- Co 8 godz., tj. po 16<sup>00</sup>; po 24<sup>00</sup>; po 8<sup>00</sup> wprowadzać następujące wydruki na drukarkę raportową.

- Raport parametrów wyjść
- Raport parametrów powrotów
- Raporty z komór.

- Po godz. 8<sup>00</sup> wprowadzić raport średnich dobowych z poprzedniej doby /pierwszy raport dn. 26.10.83r./.

Przed wprowadzeniem raportu należy:

- a/ włączyć dysk,
- b/ ściągnąć program dyrektywą  
>ULO ZED+ UP
- c/ uruchomić program dyrektywą  
>UEX ZED

- O godz. 0<sup>16</sup> zostanie wprowadzony automatycznie na drukarkę raportową raport dobowy.

Po wydrukowaniu automatycznym, należy ponownie /do godz. 0<sup>50</sup> wydrukować ten sam raport.

- O pełnych godzinach wprowadzany jest automatycznie na monitor ekranowy raport parametrów wyjść.

Należy obserwować prawidłowość wyprowadzenia tego raportu.

5.2. Pełna dokumentacja z 72 godzinnej pracy ciągłej, tj.

12

- 10
- wydruki z drukarki raportowej,
  - wydruki z drukarki alarmowej,
  - wydruki z drukarki systemowej
- stanowi załącznik Nr 2 sprawozdania z badań makietowych.

## 6. Wnioski

- 6.1. Wypełniono zadania przyjęte wcześniej w programie badań makietowych; praca systemu została <sup>sprawdzona</sup> w pełnym zakresie zadań i funkcji układu.
- 6.2. Spośród nieprawidłowości sprzętu i oprogramowania, które zostały stwierdzone w trakcie badań makietowych, następujące wymagają prac i badań uzupełniających:
- 6.2.1. Urządzenia sygnalizacji awarii typ USA-3 produkcji MERA-PNEFAL: stwierdzono niedopasowanie tych urządzeń /10 pakietów tzn. komplet/ do urządzeń, które miały nimi sterować /pakiety wyjściowe typu PO-05 INTEL DIGIT-PI/.  
Urządzenia USA-3 zostały wycofane przez Generalnego Dostawę /MERA-ZAP/ w celu wprowadzenia zmian konstrukcyjnych. Do czasu zakończenia badań makietowych w/w urządzeń nie zwrócono.
- 6.2.2. Wartość sygnału diagnostycznego w zestawie MCO4 /zmienna EO42 związana z napięciem zasilacza ZT4/ jest zawyżona i przekracza górną wartość graniczną ustaloną dla wszystkich zasilaczy w zestawach oddalonych. /Sprawa do zgłoszenia do MERA-ZAP w celu usunięcia/.
- 6.2.3. Stwierdzono występowanie sporadycznych błędów w transmisji w kanale telefonicznym /tzn. przy zastosowaniu pakietów PL-01/. Przewidziane na tego typu sytuację powtórzenie transmisji w oprogramowaniu systemowym SZPAK prawdopodobnie nie działa skutecznie i w związku z tym występuje krótkotrwała /1 minuta/ dezaktywacja kasety oddalanej. Sprawa zgłoszona autorom pakietu PL-01 oraz systemu SZPAK.
- 6.2.4. W czasie 72-godzinnego ruchu ciągłego stwierdzono zanik zasilania 5V= w zestawie centralnym NCO1. Prawdopodobnie przyczyną jest tzw. "zimny lut".  
Usterka w trakcie usuwania.
- 6.2.5. Do usunięcia przez serwice urządzeń komputerowych pozostały uszkodzenia następujących urządzeń:
- Drukarka DZM-180-KSR: sprawa aktualna od 72 godzinnego ruchu ciągłego.
  - Restart j.c.: sprawa aktualna od 72 godzinnego ruchu ciągłego.

6.3. W trakcie badań stwierdzono jednorazowy przypadek pojawienia się w zmiennych systemowych wartości, które przy dalszej obróbce /mnożenie/ powodowały przekroczenie zakresu maszynowego. Uniemożliwiło to prawidłowy wydruk raportu dobowego i zestawienie średnic dobowych. Analiza tego przypadku, jest utrudniona z uwagi na to, że opisany przypadek wystąpił tylko jeden raz i próby sprawdzania po raz wtóry tej sytuacji nie powiodły się. Do sprawy trzeba będzie powrócić o ile wystąpi ono powtórnie.

6.4. Stwierdzono usterkę w systemie SOM-3 polegającą, na tym, że bu-  
dzik systemowy uruchamiający automatycznie raport parametrów  
wyjść wymaga zainicjowania.

Usterka ta będzie ominięta poprzez użycie innego sposobu uruchamiania automatycznego wydruku raportu.

Z A Ł A C Z N I K    N R 1

Przykładowe wydruki z badań ciągłych systemu.