

Mgr inż. Tadeusz Goszczyński  
Mgr inż. Elżbieta Jachczyk  
Doc. dr inż. Jacek Korytkowski  
Przemysłowy Instytut Automatyki  
i Pomiarów w Warszawie

## KOMPUTEROWE STANOWISKO DO BADANIA CHARAKTERYSTYK PAR CZUJNIKÓW TEMPERATURY PRZEZNACZONYCH DO ELEKTRONICZNYCH LICZNIKÓW ENERGII CIEPLNEJ

*Omówiono przeznaczenie komputerowego stanowiska do sprawdzania dokładności charakterystyk par czujników temperatury elektronicznych liczników ciepła. Podano wzory aproksymacyjne charakterystyk rezystancyjnych czujników temperatury i omówiono metodykę sprawdzania tych charakterystyk. Opisano konfigurację stanowiska oraz jego właściwości funkcjonalne. Omówiono komputerowy program PARY realizujący całą procedurę przygotowania i wykonania na stanowisku badań par czujników temperatury dla liczników ciepła.*

*Laboratory computer testing system for examining the accuracy of pairs of temperature probes for electronic heat meter calculators*

*The authors present computer testing system for examining the accuracy of pairs of temperature probes for electronic heat meter calculators. Approximation equations of resistance temperature probe characteristics are given and the testing method of these characteristic is described. The configuration of the system and functional properties are described. The computer program PARY for executing the test procedure is described.*

### I. WSTĘP

Współczesna energetyka ciepła w Polsce charakteryzuje się licznymi centralnymi ciepłowniami o dużej mocy, dostarczającymi energię ciepłą za pośrednictwem wody gorącej dla bardzo dużej liczby odbiorców. Aktualny sposób rozliczeń pomiędzy producentami energii ciepłej a odbiorcami jest przeważnie ryczałtowy i zupełnie nie sprzyja oszczędnemu gospodarowaniu tą energią. Wysokie ceny energii ciepłej oraz dążność do stworzenia motywacji dla oszczędzania spowodowały od 1992 roku wprowadzenie obowiązku instalowania w Polsce u nowych odbiorców energii liczników ciepła, zwanych popularnie ciepłomierzami. Ciepłomierze instalowane obecnie w Polsce u różnych odbiorców pochodzą od kilkudziesięciu różnych producentów zarówno krajowych jak i zagranicznych.

Ocenia się, że aktualnie w Polsce jest zainstalowanych kilkanaście tysięcy ciepłomierzy. Należy jednak oczekiwać, że w najbliższych latach będą instalowane dalsze ciepłomierze o bardzo różnej jakości, co wynika z wejścia na rynek polski licznych dalszych producentów.

Należy podkreślić, że obserwowany aktualnie stan w Polsce instalowania wielu typów ciepłomierzy stanowiących przyrządy rozliczeniowe i brak obowiązku legalizacji tych ciepłomierzy (ze względu na brak polskiej normy na ciepłomierze), stanowi poważne zagrożenie w sferze społeczno-gospodarczej i grozi licznymi konfliktami na styku producent energii cieplnej i odbiorca tej energii, ze względu na relatywnie wysokie koszty energii cieplnej w stosunku do poziomu zarobków w Polsce.

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów w Warszawie podjął działania i dokonał opracowań w zakresie specjalizowanej aparatury do sprawdzania ciepłomierzy do której można zaliczyć:

- uniwersalny przenośny mikroprocesorowy tester TEC-300 [1],[5];
- laboratoryjne komputerowe stanowisko TEC-LEG do sprawdzania elektronicznych przeliczników ciepła [5];
- laboratoryjne komputerowe stanowisko KAL-401 do sprawdzania dokładności par rezystancyjnych czujników temperatury.

Laboratoryjne komputerowe stanowisko KAL-401 do sprawdzania rezystancyjnych czujników temperatury jest przedmiotem niniejszego referatu. Należy podkreślić, że parowane rezystancyjne czujniki temperatury stanowią bardzo ważne elementy pomiarowe współczesnego elektronicznego ciepłomierza.

Ciepłomierz taki składa się z następujących elementów

- mikroprocesorowego przelicznika ciepła realizującego algorytm pomiaru wielkości wejściowych i wylczenia energii cieplnej;
- tachometrycznego przetwornika przepływu wody.
- pary rezystancyjnych czujników pomiaru temperatury wody zasilania i temperatury wody powrotu.

Obecnie powszechnie stosuje się w ciepłomierzach selekcjonowane i odpowiednio dobrane w pary rezystancyjne czujniki temperatury typu Pt100 [2], lub Pt500, lub rzadziej Pt1000.

Pary rezystancyjnych czujników temperatury muszą podlegać badaniom w celu potwierdzenia, że spełniają odpowiednie wymagania aby przy współpracy z przelicznikami ciepła zapewnić wymagane klasy dokładności pomiaru energii cieplnej całego układu pomiarowego ciepłomierza. Komputerowe stanowisko KAL-401 umożliwi operatywne sprawdzanie par czujników temperatury do ciepłomierzy.

Kryteria sprawdzania par czujników temperatury na stanowisku KAL-401 są zgodne z międzynarodowymi zaleceniami normalizacyjnymi OIML [4], projektem Normy Europejskiej dotyczącym ciepłomierzy (projekt niepublikowany ale znany w postaci np. projektu Normy Niemieckiej DIN EN 1434-5) oraz zaleceniami GUM.

## 2. ZADANIA I WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE KOMPUTEROWEGO STANOWISKA KAL-401

Para czujników ciepłomierza zawiera czujnik nazwany gorącym mierzący temperaturę wody zasilania i czujnik nazwany zimnym mierzący temperaturę wody powrotu, w układzie pomiarowym licznika ciepła. Zadaniem tej pary czujników jest dostarczenie do elektronicznego przelicznika ciepła, w celu zrealizowania jego algorytmu [3] [4], trzech informacji: o wartości bezwzględnej temperatury wody zasilania  $T_z$ , o wartości bezwzględnej temperatury wody powrotu  $T_p$  oraz o wartości różnicy tych temperatur  $D_T$ .

Głównym zadaniem komputerowego stanowiska KAL-401 jest sprawdzenie dokładności każdego czujnika ciepłomierza (gorący, zimny) pomiaru wartości bezwzględnej temperatury w zakresie roboczym temperatur od minimalnej  $T_{\min}$  do maksymalnej  $T_{\max}$  oraz sprawdzenie dokładności każdej pary czujników pomiaru różnicy temperatur  $D_T$  w całym zakresie roboczym temperatur.

Wykonywanie tego zadania jest ułatwione dzięki następującym właściwościom funkcjonalnym stanowiska:

- umożliwianie dokładnego pomiaru rezystancji badanych czujników w trzech temperaturach wewnątrz całego temperaturowego roboczego zakresu pracy czujników;
- wyliczanie błędów pomiaru temperatury każdego czujnika w funkcji temperatury w całym zakresie roboczym;
- wyliczanie błędów względnych pomiaru różnicy temperatur dla czujników zadeklarowanych jako pary w całym zakresie roboczym temperatur dla zadanych zakresów pomiarowych różnicy temperatury od minimalnego ( $D_{\min}=3^\circ\text{C}$ ) do maksymalnego ( $D_{\max}$ );
- realizowanie wybranych programów pomiaru zestawu czujników w cyklu automatycznym pod nadzorem operatora;
- umożliwianie prezentacji wyniku pomiarów na monitorze i drukowanie raportu z badania wraz z oceną błędów dla każdej pary czujników, a także zapamiętywanie na twardym dysku komputera wyników pomiarów w celu ewentualnego późniejszego analizowania lub drukowania tych wyników;
- umożliwianie kontroli dokładności pomiaru rezystancji zastosowanego na stanowisku określonego multimetru cyfrowego przy wykorzystaniu zewnętrznych rezystorów wzorcowych o wysokiej dokładności.

Metoda sprawdzania charakterystyk rezystancyjnych platynowych czujników temperatury wykorzystuje wzór aproksymacyjny zależności rezystancji platyny od temperatury podany przez zalecenie normalizacyjne IEC 751 [2] o postaci:

$$r = R_0 (1 + A T + B T^2). \quad (1)$$

gdzie:  $r$  - rezystancja idealnego czujnika platynowego;

$R_0, A, B$  - stałe dla idealnego czujnika platynowego, których wartości podaje dokument [2];

$T$  - temperatura w  $^\circ\text{C}$ .

Z postaci wzoru (1) wynika, że wystarczy dokonać trzech pomiarów  $r_1^{(n)}, r_2^{(n)}, r_3^{(n)}$  wartości rezystancji dla  $n$ -tego czujnika w trzech różnych temperaturach  $T_1, T_2, T_3$ , aby jednoznacznie określić stałe  $R_0^{(n)}, A^{(n)}$  oraz  $B^{(n)}$  równania aproksymacyjnego tego nieidealnego czujnika temperatury. Po wyliczeniu wartości tych stałych można następującym wzorem opisać równanie błędu bezwzględnego dla  $n$ -tego czujnika:

$$\delta = R_0^{(n)} - R_0 + (R_0^{(n)} A^{(n)} - R_0 A) T + (R_0^{(n)} B^{(n)} - R_0 B) T^2. \quad (2)$$

Po wyliczeniu wartości stałych równania aproksymacyjnego dla drugiego czujnika  $n+1$  można następującym wzorem opisać równanie różnicy rezystancji czujników  $n$  oraz  $n+1$  zadeklarowanych jako para czujników pomiarowych umieszczonych odpowiednio w temperaturach  $T_1$  i  $T_2$ :

$$\Delta = R_0^{(n)} - R_0^{(n+1)} + R_0^{(n)} A^{(n)} T_1 - R_0^{(n+1)} A^{(n+1)} T_2 + R_0^{(n)} B^{(n)} T_1^2 - R_0^{(n+1)} B^{(n+1)} T_2^2. \quad (3)$$

Wyprowadzone wzory (2) oraz (3) wykorzystuje program komputerowy stanowiska w celu wyliczenia i sprawdzenia w dwudziestu punktach charakterystyki roboczej temperatur czy określone egzemplarze czujników zadeklarowane jako para czujników spełniają odpowiednie wymagania dokładności.

Zgodnie z projektem Normy Europejskiej dotyczącym ciepłomierzy (np. DIN EN 1434-5) oraz zaleceniami GUM każda para czujników pomiarowych powinna być sprawdzana w trzech temperaturach  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , zawartych w opisanych niżej zakresach:

- $35^{\circ}\text{C} \leq T_1 \leq 45^{\circ}\text{C}$  lub  $T_{\min} \leq T_1 \leq T_{\min} + 10^{\circ}\text{C}$ , jeżeli określona w decyzji o zatwierdzeniu typu ciepłomierza wartość  $T_{\min}$  jest mniejsza od  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- $75^{\circ}\text{C} \leq T_2 \leq 85^{\circ}\text{C}$
- $T_{\max} - 30^{\circ}\text{C} \leq T_3 \leq T_{\max}$ , gdzie  $T_{\max}$  - górna granica zakresu temperatury, określona w zatwierdzeniu typu ciepłomierza (lub typu pary czujników temperatury).

Dla stanowiska KAL-401 przyjęto następujące trzy temperatury sprawdzania czujników zgodne z międzynarodowymi wymaganiami normalizacyjnymi:

$$T_1 = 40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C} \text{ (lub } T_{\min} + 10^{\circ}\text{C}), \quad T_2 = 80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C},$$

$$T_3 = 180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C} \text{ (lub } T_{\max} - 10^{\circ}\text{C}).$$

Dopuszczalny błąd bezwzględny pomiaru temperatury czujnika nie powinien przekraczać  $2^{\circ}\text{C}$ , co odpowiada dla czujnika typu Pt 100 wartości ok.  $800 \text{ m}\Omega$  wyrażonej wzorem (2)

Błędy względne pomiaru różnicy temperatur dla zadeklarowanej pary czujników na stanowisku KAL-401 wyznaczane są dla 20-ciu różnych punktów dwu charakterystyk czujników w całym przedziale zmian temperatur zasilania i powrotu dla kilku charakterystycznych wartości różnicy temperatur mierzonych przez parę:  $D_{\min}$  (np.  $3^{\circ}\text{C}$ ),  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  aż do  $D_{\max}$  (np.  $T_{\max} - 40^{\circ}\text{C}$ ), co pokrywa cały zakres mierzonych różnic temperatur. W tabeli podanej niżej podano wybrane z tych dwudziestu kilka charakterystycznych punktów dla, których przytoczono zgodnie z polskimi przepisami o ciepłomierzach wartości błędów względnych granicznych dopuszczalnych pomiaru różnicy temperatur  $E_{Td}$  oraz odpowiadające dopuszczalne błędy bezwzględne  $E_{Td} \cdot \Delta$  wyrażone w  $\text{m}\Omega$  dla pary czujników typu Pt 100. Przy czym jako  $D_{\min}$  przyjęto  $3^{\circ}\text{C}$ . W tabeli oznaczono temperaturę czujnika gorącego  $T_G$  oraz zimnego  $T_Z$ .

	$T_G$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$T_Z$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$E_{Td}$ [%]	$E_{Td} \cdot \Delta$ [ $\text{m}\Omega$ ]
1	$T_{\min} + 3$	$T_{\min}$	3,5	ok. 41
2	80	77	3,5	ok. 40
3	30	20	2,5	ok. 97
4	102	92	2,5	ok. 95
5	$T_{\max}$	$T_{\max} - 10$	2,5	ok. 93
5	40	20	1,25	ok. 97
6	112	92	1,25	ok. 95
7	$T_{\max}$	$T_{\max} - 20$	1,25	ok. 92
8	200	40	1,25	ok. 754

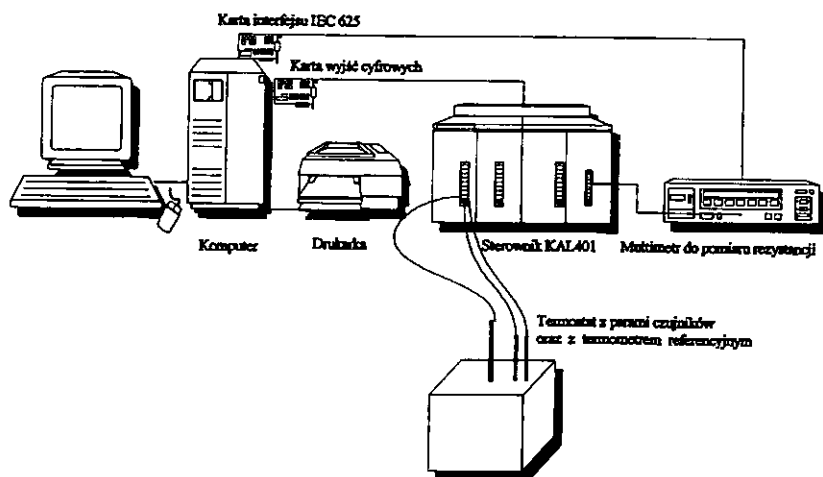
Różnice rezystancji stanowiące dopuszczalne graniczne błędy rezystancji czujników podaje kolumna piąta powyższej tabeli. Najmniejszy błąd różnicy rezystancji wynosi ok.  $40 \text{ m}\Omega$ . Z tego wyprowadzić można wymaganie na dopuszczalny błąd pomiaru rezystancji dla samego stanowiska pomiarowego. Zazwyczaj przyjmuje się, że układ pomiarowy może wносить błędy własne pięciokrotnie mniejsze od wielkości przez niego mierzonych. W tej sytuacji należy wymagać od stanowiska pomiarowego błędu własnego pomiaru rezystancji co najwyżej rzędu  $8 \text{ m}\Omega$  przy pomiarze rezystancji ok.  $130 \Omega$ , (Pt 100,  $80^{\circ}\text{C}$ ). Oznacza to wymaganie dokładności 0,006% przy pomiarach rezystancji o wartości ok.  $130 \Omega$ . Dokładność taką zapewnia zrealizowane modelowe stanowisko KAL-401 o konfiguracji opisanej niżej.

### 3. KONFIGURACJA STANOWISKA KAL-401

Komputerowe stanowisko KAL 401 składa się z zestawu:

- komputera typu PC 486DX z kartą interfejsu IEC-625 oraz kartą wyjść cyfrowych równoległych rozdzielonych optoelektronicznie, monitora 14" kolorowego i drukarki do formatów A4;
- multimetru cyfrowego typu 2002 firmy KEITHLEY wyposażonego w interfejs IEC-625. Multimetr ten umożliwia czteroprzewodowy pomiar rezystancji z dużą dokładnością na zakresach pomiaru rezystancji  $200\Omega$  oraz  $2k\Omega$ ;
- sterownika umożliwiającego automatyczne przyłączanie do wejść multimetru cyfrowego kolejnych czujników typu Pt umieszczonych w odpowiednich temperaturach wytwarzanych w zewnętrznym termostacie zapewniającym bardzo stabilne temperatury kąpeli ( $0,01^\circ\text{C}$ ).

Przykładowy schemat połączeń stanowiska podano na Rys.1.



Rys.1 Schemat połączeń stanowiska KAL 401

Komputer zawiera w „slotach” magistrali PCI dodatkowe karty: wyjść i wejść cyfrowych izolowanych galwanicznie oraz kartę interfejsu IEC 625 dla zapewnienia bezpośredniej komunikacji ze sterownikiem stanowiska i multimetrem.

Stanowisko KAL401 korzysta z następujących niezbędnych urządzeń dodatkowych:

- termostatu z regulacją temperatury umożliwiającego utrzymanie temperatury w zakresie  $+20\dots+180^\circ\text{C}$  o stabilności nastawy  $\pm 0,01^\circ\text{C}$ . Dla podwyższenia sprawności wykonywania pomiarów liczba termostatów może być zwiększona do trzech i odpowiadać liczbie 3 punktów pomiarowych temperatury czujników niezbędnych dla wyliczenia wszystkich współczynników funkcji ( 2 ) aproksymacyjnej charakterystyki czujników ;
- czujnika wzorcowego temperatury, zwanego referencyjnym termometrem kontrolnym typu Pt 25 do pomiaru temperatury w termostacie o dopuszczalnym błędzie  $\pm 0,01^\circ\text{C}$ .

Sterownik zawiera zasilacze dostarczające galwanicznie izolowane napięcia potrzebne do prawidłowej pracy układów komutacji poszczególnych rezystancyjnych czujników temperatury oraz napięcie dla zasilania obwodów wyjść separowanych galwanicznie karty wyjść cyfrowych z komputera.

Opisana wyżej konfiguracja zestawu i odpowiednie oprogramowanie komputera umożliwia, po dołączeniu badanych par czujników temperatury oraz multimetru do stanowiska, realizowanie przebiegu badań automatycznie po uruchomieniu programu badań przez operatora.

Oprogramowanie stanowiska umożliwi w przyszłości dokonywanie wzorcowania multimetru, polegającego na wprowadzeniu poprawek przy pomiarach w oparciu o pomiary rezystorów wzorcowych legalizowanych w GUM o dokładności  $\leq 0,002\%$ .

#### 4. PODSTAWOWE FUNKCJE PROGRAMU „PARY” DLA REALIZACJI PROCEDUR PRZYGOTOWANIA I WYKONANIA BADAŃ PAR CZUJNIKÓW TEMPERATURY NA STANOWISKU

Program PARY pracuje w środowisku WINDOWS. Program ten umożliwia przyjmowanie danych o badanych parach czujników, obsługuje jednocześnie wszystkie kanały pomiarowe badanych par czujników temperatury i termometru referencyjnego, zapamiętuje wyniki pomiarów, wylicza dane charakterystyk aproksymacyjnych badanych czujników, określa błędy czujników oraz błędy par czujników, wyświetla tabele wyników pomiarów par czujników, umożliwia drukowanie oraz archiwizowanie wyników badań dokonanych na stanowisku.

Niżej zostanie omówione stosowanie programu PARY do realizacji procedury przygotowania zestawów par czujników temperatury do badań oraz będzie opisana realizacja przy pomocy tego programu procedury badań par czujników na stanowisku KAL 401.

Po uruchomieniu programu PARY pojawiają się na ekranie następujące pozycje menu głównego: **Pliki, Ustawienia, Okna, Pomoc.**

Wybranie myszą menu **Ustawienia** rozwinię następującą listę:

**Pary, Termostaty, Wzorcowanie, Preferencje**

Wybranie polecenia **Pary** umożliwia utworzenie listy par czujników, gdyż pojawia się okienko dialogowe „lista par” do którego operator stanowiska wprowadza następujące niezbędne dane: symbol pary, producent, typ, numer seryjny czujnika zimnego, numer seryjny czujnika gorącego, zakresy temperatur pracy  $T_{max}$ ,  $T_{min}$  i zakresy różnic temperatur  $D_{max}$ ,  $D_{min}$ . Lista par zostanie zapisana na dysk komputera i jej elementy będą używane do tworzenia zestawów po 7 par czujników podlegających badaniom.

W celu utworzenia zestawu par czujników do badań należy wybrać myszą z menu głównego **Pliki** i po rozwinięciu listy: **Nowa sesja, Otwórz, Ustawienie drukarki, Koniec**, należy wybrać: **Nowa sesja.**

Wybranie polecenia **Nowa sesja** umożliwia utworzenie zestawów dla danej sesji pomiarów, gdyż pojawi się okno dialogowe, do którego operator stanowiska wprowadza następujące niezbędne dane: nazwę nowego zestawu oraz pary czujników wchodzących w skład zestawu (do 7 par), wybierane z przewijanej w okienku listy par, wprowadzonej uprzednio. Po zaktywizowaniu podpunktu **Nowa sesja** wprowadzeniem opisanych wyżej danych, na pasku menu głównego pojawi się nowa pozycja menu głównego **Sesja.**

Przed rozpoczęciem właściwej sesji pomiarowej należy przyporządkować jednemu z trzech termostatów A, B, C jedno ze złącz 1, lub 2, lub 3 sterownika KAL 401. Wypada wyjaśnić, że do danego złącza sterownika muszą wcześniej zostać fizycznie dołączone wszystkie do 7 par czujników badanych i czujnik referencyjny utworzonego wcześniej zestawu o określonej nazwie.

W tym celu należy wybrać z menu głównego **Ustawienia** oraz wybrać podpunkt **Termostaty**. Po pojawieniu się okna dialogowego należy wpisać do określonego termostatu (A, B, C) numer (1, 2, 3) złącza uprzednio fizycznie już dołączonego. Należy też zadeklarować w odpowiednich okienkach: zadawaną temperaturę w termostacie, maksymalne dopuszczalne odchylenie tej temperatury od wartości zadanej oraz dopuszczalną szybkość zmian temperatury w czasie przy, której mogą się odbyć pomiary par czujników.

W celu rozpoczęcia badań par czujników należy wybrać z menu głównego **Sesja** punkt **Wykonaj pomiar** w wyniku czego pojawi się okienko „przyporządkowanie termostatów”. W oknie tym operator stanowiska powinien przypisać z rozwijanej listy zestawów poprzednio utworzonej właściwy zestaw dla określonego termostatu dla danej sesji pomiarowej. Po potwierdzeniu przyporządkowania termostatów, polegającym na przyciśnięciu myszą przycisku „OK” pojawi się okno informujące o przebiegu w czasie temperatury aż do chwili osiągnięcia przez tą temperaturę wartości zadanej i zadanej minimalnej dopuszczalnej szybkości zmian w czasie o czym zasygnalizuje w tym oknie zapalenie się symbolu żółtej żarówki. Od tej chwili operator może wcisnąć przycisk „start”, który rozpoczyna samoczynne wykonywanie pomiarów całego zestawu par czujników umieszczonych w danym termostacie.

Po zakończeniu pomiarów w pracujących termostatach należy kontynuować sesję pomiarów przenosząc zestawy czujników do innych termostatów, lub nastawiając inne temperatury w danym termostacie tak, aby każdy zestaw par czujników został pomierzony w trzech temperaturach  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  opisanych wyżej w punkcie 2 niniejszej pracy.

Dla sprawdzenia, czy zostały wykonane wszystkie pomiary dla danego zestawu sesji można wybrać z menu głównego **Sesja** punkt **Sprawdź zgodność** w wyniku czego uzyskuje się komunikat o pozytywnym wykonaniu programu badań, lub że dla określonej listy par nie został wykonany program badań w zakresie wymaganych pomiarów w trzech temperaturach. W tym ostatnim przypadku badania należy kontynuować.

W celu zapoznania się z raportem z wynikami badań należy z menu **Sesja** wybrać punkt **Pokaż raport**, w wyniku czego uzyskuje się listę par, dla której został samoczynnie sporządzony raport, a po wybraniu określonej pary, ukazuje się zestawienie wyników pomiarów i obliczeń. Następuje też po wybraniu z menu głównego **Plik** aktywizacja punktu **Drukuj**, a po wybraniu tego punktu następuje wydrukowanie treści raportu z badań dla danej pary czujników. Zawiera on dla każdego czujnika pary (gorący, zimny) wyliczone wartości rezystancji dla sześciu wartości temperatur z całego zakresu, wyliczony błąd czujnika, wartość błędu dopuszczalnego oraz ocenę wyniku przeliczenia błędu dla każdego punktu temperaturowego. Ponadto dla każdej pary czujników dla 20 -tu punktów charakterystyki podane są wartości wyliczonych błędów pomiaru różnicy temperatur, błędy dopuszczalne i ocena wyniku badania danej pary.

Po wybraniu z menu **Sesja** punktu **Eksport danych** następuje ukazanie się okna „Zachowaj jako” w którym można podać nazwę i ścieżkę dostępu do zbioru tekstowego, w którym zostaną zapisane wyniki badania danego zestawu par czujników.

Zakończenia pomiarów dokonuje się po wybraniu z menu **Sesja** punktu **Podsumuj i zakończ**, który umożliwi wybranie punktu **Odlączenie powiązań** co spowoduje, że już nie można będzie modyfikować danych ani wykonywać pomiarów w danej sesji pomiarowej.

Program obsługi stanowiska PARY posiada wszystkie zalety innych programów pracujących w środowisku WINDOWS, z których można wymienić takie jak: prostota obsługi, praca z kilkoma równocześnie otwartymi oknami roboczymi, wprowadzanie danych przy pomocy okienek dialogowych i rozwijanych list, proste instalowanie i łatwa obsługa obszernej gamy drukarek wszystkich światowych firm.

## 5. ZAKOŃCZENIE

Przy opracowaniu modelu wyżej opisanego stanowiska komputerowego KAL 401 wykorzystano doświadczenia autorów uzyskane przy konstrukcji:

- komputerowego stanowiska badań ciepłomierzy SBC-1 zbudowanego w 1990 roku dla OBRC w Warszawie;
- mikroprocesorowego uniwersalnego testera TEC 300 opracowanego w 1992 roku i produkowanego dla przedsiębiorstw energetyki ciepłej w całej Polsce;
- Komputerowego stanowiska TEC-LEG do badań przeliczników ciepła opracowanego przy wykorzystaniu pomocy finansowej Komitetu Badań Naukowych w ramach projektu celowego.

Prace dotyczące komputerowego stanowiska KAL 401 są finansowane ze środków własnych Instytutu. Zrealizowana w modelu stanowiska metodyka badań par czujników według zaleceń GUM i uzyskane pozytywne wyniki badań modelu tego stanowiska upoważniają do rozpoczęcia prac nad prototypem stanowiska, który powinien przejść badania w GUM dopuszczające stanowisko KAL 401 według obowiązujących przepisów do stosowania w kraju przy sprawdzaniu par czujników dla liczników ciepła.

Należy oczekiwać, że w dalszej przyszłości po pojawieniu się polskiej normy na liczniki ciepła, stanowisko KAL 401 uzyska uprawnienia do badań legalizacyjnych par czujników temperatury dla tych liczników ciepła.

## LITERATURA

- [1] T. Goszczyński, J. Kowalski. *Uniwersalny tester liczników ciepła*. Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja. Nr 11 (284). Listopad 1993r. str. 351-352.
- [2] IEC Publication 751. *Industrial platinum resistance thermometer sensors*.
- [3] J. Korytkowski. *Aproksymacja nieliniowych algorytmów licznika energii cieplnej z platynowymi rezystancyjnymi czujnikami temperatury*. Pomiary Automatyka i Kontrola, Nr 8 1985r. str. 191-193.
- [4] ORGANISATION INTERNATIONALE DE METROLOGIE LEGALE. *International Recommendation Heat meters*. OIML R 75. Edition 1988 (E). Paryż.
- [5] T. Goszczyński, J. Korytkowski. *Uniwersalny tester elektronicznych przeliczników ciepła oraz nowe laboratoryjne stanowiska do badań elementów pomiarowych ciepłomierzy*. Informacja INSTAL 6/96. Czerwiec 1996 r. Warszawa, str. 21-24.