



**FIRMA INNOWACYJNO  
-WDROŻENIOWA**

ul. Krzyska 15

33-100 Tarnów

tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

fax: 0146210029, 0146360117

mail: [biuro@elbit.edu.pl](mailto:biuro@elbit.edu.pl)

[www.elbit.edu.pl](http://www.elbit.edu.pl)

**KOMORA CIEPLNA**  
**Urządzenie do symulacji przyspieszonego starzenia**



## Spis treści

Wstęp .....	3
Opis techniczny .....	4
<b>Czujniki i przetworniki</b> .....	5
Czujnik temperatury CTP001 .....	5
Czujnik temperatury termopara typu J.....	6
Przetwornik pomiarowy PS-11 .....	7
<b>Urządzenia wykonawcze</b> .....	8
Sterownik CPU06.....	8
<b>Budowa i działanie urządzenia</b> .....	10
<b>Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.</b> .....	18
<b>Instrukcja obsługi.</b> .....	18
Załączniki.....	19
<b>Dokumentacja towarzysząca</b> .....	19

## **Wstęp**

Urządzenie służy do symulowania przyspieszonego starzenia dowolnych elementów techniki budowlanej.

Przyśpieszone starzenie jest symulowane poprzez wpływ podwyższonej temperatury. Próba starzeniowa może trwać nawet do 150 dni.

Stanowisko jest zbudowane jako szczelna komora o kształcie walca o średnicy 1 metra i długości 3 metrów. Z obu stron komory dostępne są drzwi do wkładania badanego materiału.

Wewnątrz komory zabudowane jest 5 oddzielnych sekcji grzewczych. Temperatura grzałek jest ściśle kontrolowana za pomocą wielosekcyjnych regulatorów PID. Całością procesu zarządza sterownik przemysłowy.

## Opis techniczny

### Parametry podstawowe:

Zakres utrzymywanych temperatur:	20÷150°C
Zakres pomiaru temperatury:	0÷150°C
Rozdzielczość pomiaru temperatury:	0.1°C

Długość wewnętrzna komory:	2500 mm
Średnica wewnętrzna:	Ø 98 mm
Wysokość:	2150 mm
Długość:	2820 mm
Szerokość:	1350 mm
Ciężar:	ok. 300 kg

Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

### Instalacja elektryczna:

Napięcie robocze:	3x400 VAC
Zasilanie:	trójfazowe
Długość kabla zasilającego:	5m
Moc:	6x2kW=12kW

## UWAGA

W urządzeniu występują wysokie napięcia oraz wysokie temperatury. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta !

Poniżej przedstawiono wyciągi z dokumentacji i opisy ważniejszych podzespołów użytych do konstrukcji urządzenia.

## Czujniki i przetworniki

### Czujnik temperatury CTP001



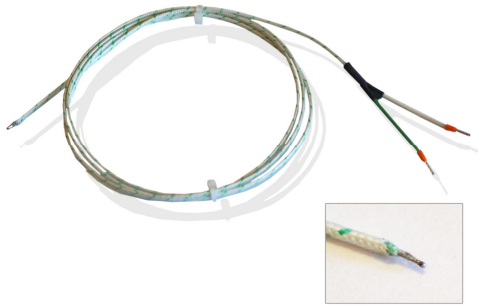
#### Własności:

Czujnik CTP001 jest przeznaczony do pomiaru temperatury cieczy, gazów, ciał stałych. Osłona czujnika jest wykonana ze stali kwasoodpornej. Pracuje w temperaturach nie przekraczających 400°C.

Zakres pomiarowy:	-50 - 400°C
Rodzaj rezystora:	Pt100, Pt500, Pt1000
Materiał osłony:	stal 1H18N9T
Średnica czujnika:	np. 4, 5 mm
Długość czujnika:	od 50 mm
Przewód przyłączeniowy:	w oplocie metalowym lub w izolacji silikonowej

Do budowy grzałek zamówiono czujniki PT500 w obudowie 5mm i o długości 50mm z przewodem w izolacji silikonowej, w klasie dokładności 0.5.  
Producent: MR-Elektronika

## Czujnik temperatury termopara typu J



### Własności:

Prosty czujnik przewodowy z izolacją z włókna szklanego. Dostępne w opcji z wtyczką mini. Dobrze zdaje egzamin w aplikacjach wymagających pomiaru do +400 C.

1. Termopara typu J, K (klasa 2).
2. Przewód 0,22 mm<sup>2</sup> z włókna szklanego (płaski).
3. Długość przewodu: 2m (standard) lub 5m.
4. Zakres pracy: -10C do +400C.

Do budowy grzałek zamówiono czujniki typu J o długości przewodu 5m.  
Producent: CZAH

## Przetwornik pomiarowy PS-11



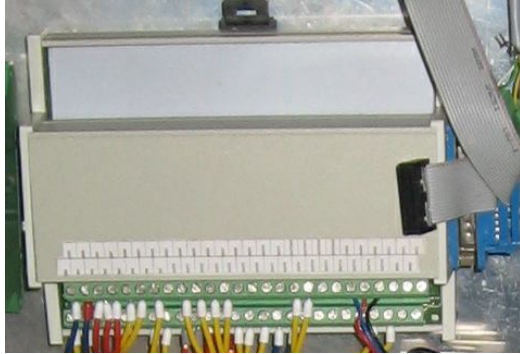
### Własności:

Przetwornik pomiarowy PS-11 pozwala przetworzyć wielkość sygnału temperaturowego z czujnika na proporcjonalną wielkość sygnału analogowego, np. 0-20 mA, 4-20 mA, 0-10 V itp. Czujniki Pt100 i Pt1000 są linearyzowane z wejściem 3-przewodowym, a sygnał z termopar jest przetwarzany proporcjonalnie. Przetwornik jest przystosowany do mocowania na szynie TS-35 (TH35).

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

## Urządzenia wykonawcze

### Sterownik CPU06



#### Opis techniczny:

Sterownik CPU06 jest to opracowany w firmie Elbit dedykowany sterownik przemysłowy przeznaczony do sterowania prostymi procesami przemysłowymi. W szczególności zaprojektowane rozwiązania hardwerowe predestynują go do zastosowań w maszynach wytrzymałościowych i urządzeniach trybologicznych.

Sterownik posiada osiem wejść dwustanowych 0÷24V, szesnaście wyjść dwustanowych 0÷24V, dwanaście 12-bitowych wyjść analogowych i cztery 12-bitowe wejścia analogowe.

Ponadto posiada zainstalowane urządzenia do podłączenia kodera inkrementacyjnego lub liniału optycznego, urządzenia do komunikacji szeregowej (RS232 lub RS485), pamięć RAM i ROM oraz interfejsy klawiatury numerycznej i wyświetlacza graficznego lub LCD.

Sterownik przystosowany jest do zasilania z zewnętrznego źródła napięcia stałego, którego wartość powinna zawierać się w granicach od 10V do 30V.

Sterownik posiada wbudowane zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania oraz wbudowany zestaw elementów przeciwprzepięciowych chroniących wszystkie wejścia i wyjścia od przepięć powstałych na liniach zewnętrznych.

#### Dane techniczne:

Zasilanie:	10÷30Vdc
Pobór prądu:	0.3A
Sygnal wyjściowy	transmisja szeregową
Interfejs:	RS232 lub RS485
Protokół:	MODBUS RTU lub ASCII
Adres urządzenia:	ustawiany 1÷255
Prędkość transmisji:	2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s
Maksymalny zasięg (RS485):	1200m.
Maksymalny zasięg (RS232):	12m.
Stopień ochrony obudowy:	IP32
Temperatura pracy:	0÷70°C
Parametry wejść cyfrowych:	
punkt przełączenia:	11.8V;
maksymalna częstotliwość sygnалу wejściowego:	500Hz
Parametry wyjść cyfrowych:	
maksymalna częstotliwość sygnалу wyjściowego:	>2kHz
maksymalny ciągły prąd wyjściowy:	0.5A
zabezpieczenie przepięciowe i nad prądowe każdego wyjścia oddzielnie.	



Parametry wejść analogowych:

przetwornik:	12-bitowy;
częstotliwość kwantyzacji:	1kHz

Każde wejście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- 0÷5V;
- 0÷10V;
- 0÷20mA;

Parametry wyjść analogowych:

przetwornik:	12-bitowy;
maksymalna częstotliwość sygnału wyjściowego:	>100Hz

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- 0÷5V;
- 0÷10V;

## Budowa i działanie urządzenia

Komora zbudowana jest w kształcie walca o gabarytach  $\varnothing 1000 \times 2500 \text{ mm}$  i służy do symulacji przyspieszonego starzenia elementów budowlanych.

Komora z obu stron posiada otwierane pokrywy w cel łatwiejszego umieszczania materiału badanego.

W dolnej części wmontowane jest sześć specjalnie zaprojektowanych do tego urządzenia płaskich grzałek o mocy 2kW każda. Wszystkie grzałki posiadają powierzchnię  $20 \times 100 \text{ cm}$ . Zespoły grzewcze ponumerowane są od strony rozdzielnicy elektronicznej i noszą numery 1,2,3,4,5 i 6. Zespoły 1,2,5 i 6 sterowane są niezależnie zaś zespoły środkowe (3 i 4) wspólnie.

Generalnie w urządzeniu sterującym zaprogramowano pięć niezależnych regulatorów PI po pięć czujników temperatury (czujników grzałek i czujników zamontowanych na górze komory).

Przycisk PRACA włącza sterowanie grzałkami. Stan urządzenia sygnalizowany jest kontrolką w kolorze zielonym.

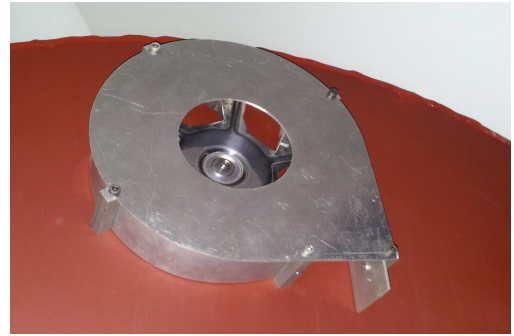


Wewnątrz komory zamontowano cztery uchwyty do umieszczania badanych próbek (rys. obok).

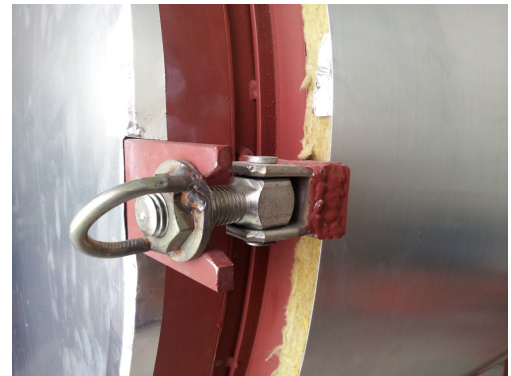
Drzwi komory otwierają się na zawiasach i są uszczelnione warstwą uszczelki silikonowej. Boki i drzwi komory izolowane są termicznie dwiema warstwami wełny mineralnej o grubości 30mm każda i przenikalności cieplnej  $\lambda = 0.038 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ .

Na każdych drzwiach komory zamontowano wentylatory odporne na wysoką temperaturę mające za zadanie wyrównywanie rozkładu temperatury wewnątrz komory. Wentylator ten pobiera powietrze z górnej części komory i skierowuje go w kierunku dolnej.

Widok zamontowanego wentylatora turbinowego przedstawiono na rysunku obok.

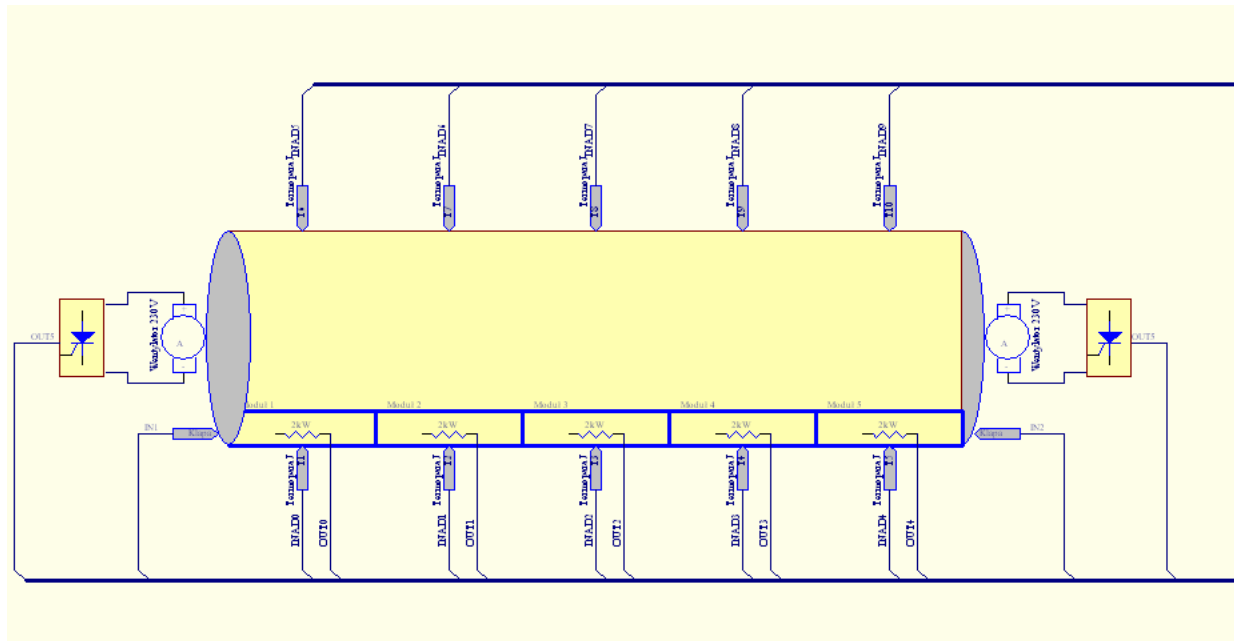


Każde drzwi komory zamykane są na zamek śrubowy (rys. obok).



Na przedniej ścianie rozdzielnicy umieszczono wszystkie potrzebne kontrolki i przyciski sterownicze oraz graficzny wyświetlacz LCD wraz z klawiaturą membranową oraz gniazdem kart DS. Na płycie czołowej znajduje się wyłącznik główny.

Na poniższym schemacie blokowym przedstawiono podstawowe bloki i czujniki pomiarowe w stanowisku.

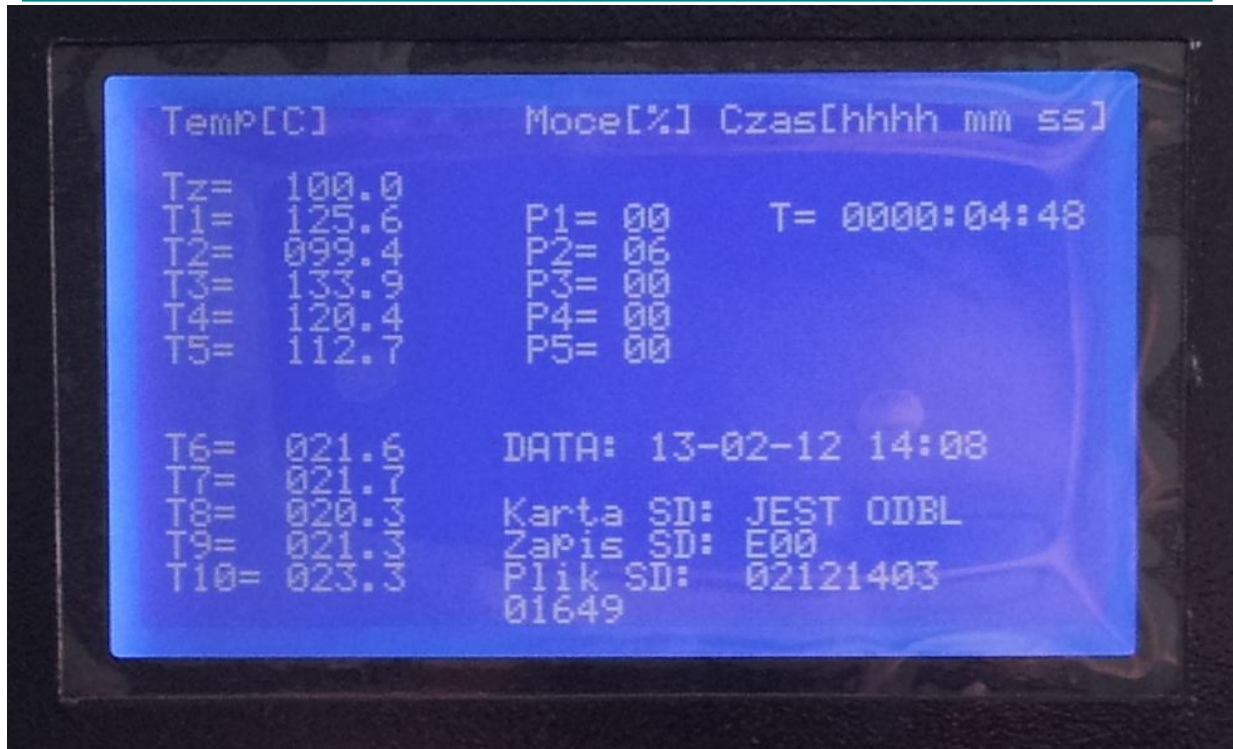


Każda sekcja grzewcza składa się z pięciu niezależnie sterowanych grzałek. Rozwiązanie takie zapewnia bardzo równomierny rozkład temperatur na całej długości komory – mimo ewentualnych różnych poborów ciepła.

Każda sekcja posiada własny czujnik temperatury umieszczony wewnątrz grzałki i wewnątrz komory oraz własny regulator PI. Sterowanie procesem grzania odbywa się na zasadzie sterowania długością wypełnienia impulsu (PWM).

Poszczególne czujniki temperatury zamontowane wewnątrz grzałek posiadają numery od 1 do 5, zaś czujniki temperatury wewnątrz komory posiadają numery odpowiednio do 6 do 10.

Wszystkie potrzebne dane pomiarowe prezentowane są na wyświetlaczu graficznym (rys. poniżej).



Lewa kolumna zawiera informacje o temperaturach w układzie.

Poszczególne wartości mają następujące znaczenie:

Tz – temperatura zadana;  
T1 – temperatura grzałki sekcji nr 1;  
T2 – temperatura grzałki sekcji nr 2;  
T3 – temperatura grzałki sekcji nr 3;  
T4 – temperatura grzałki sekcji nr 4;  
T5 – temperatura grzałki sekcji nr 5;

T6 – temperatura sekcji nr 1;  
T7 – temperatura sekcji nr 2;  
T8 – temperatura sekcji nr 3;  
T9 – temperatura sekcji nr 4;  
T10 – temperatura sekcji nr 5;

Przy czym sekcja pierwsza jest to sekcja najbliższej rozdzielniczy elektrycznej, zaś sekcja piąta jest to sekcja najdalsza.

W drugiej kolumnie przedstawiono aktualne moce (w procentach) z jakimi grzane są poszczególne sekcje, aktualną datę i elementy rejestracji.

Poszczególne wartości mają następujące znaczenie:

P1 – moc sekcji nr 1;  
P2 – moc sekcji nr 2;  
P3 – moc sekcji nr 3;  
P4 – moc sekcji nr 4;  
P5 – moc sekcji nr 5;

DATA – aktualna data i czas wewnętrznego zegara;

Karta SD – wskazuje stan karty SD do rejestracji danych (czy jest wetknięta w gniazdo i czy jest odblokowana);

Zapis SD – pole to wskazuje ewentualne błędny przy zapisie karty (E00 oznacza brak błędów);

Plik SD – pole to pokazuje nazwę pliku do jakiego zapisywane są dane pomiarowe.

Nazwa pliku jest kodowana następująco: „mddhnn.txt”, gdzie:

mm: miesiąc rejestracji;

dd: dzień rejestracji;

hh: godzina rejestracji;

nn: minuta rejestracji;

Przykładowo dane zapisane w dniu 13.11.2009 o godzinie 10.30 będą w pliku o nazwie: „11131030.txt”. Nazwa pliku wskazuje na początek rejestracji danych.

Trzecia kolumna zawiera tylko jedno pole: czas trwania procesu.

T – czas trwania procesu starzenia w formacie HHHH:MM:SS, gdzie

HHHH – ilość godzin;

MM – ilość minut;

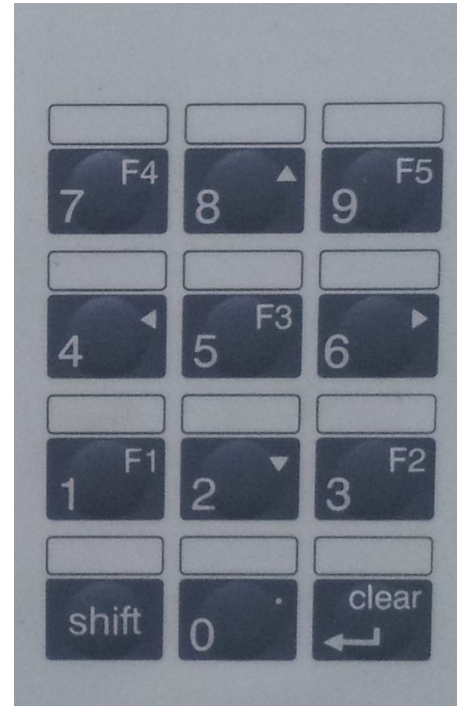
SS – ilość sekund.

Umieszczona z prawej strony wyświetlacza klawiatura umożliwia wprowadzanie temperatury zadanej i ustawianie aktualnej daty i czasu.

Przyjęto następującą konwencję:

- Shift 1 – wprowadzanie temperatury zadanej;
- Shift 5 – wprowadzanie aktualnej godziny;
- Shift 6 – wprowadzanie aktualnej minuty;
- Shift 7 – wprowadzanie aktualnego roku;
- Shift 8 – wprowadzanie aktualnej miesiąca;
- Shift 9 – wprowadzanie aktualnej dnia;

Po włączeniu którejkolwiek funkcji wprowadzania danych na ekranie LCD pokazuje się kursor informujący o wprowadzanej wartości.



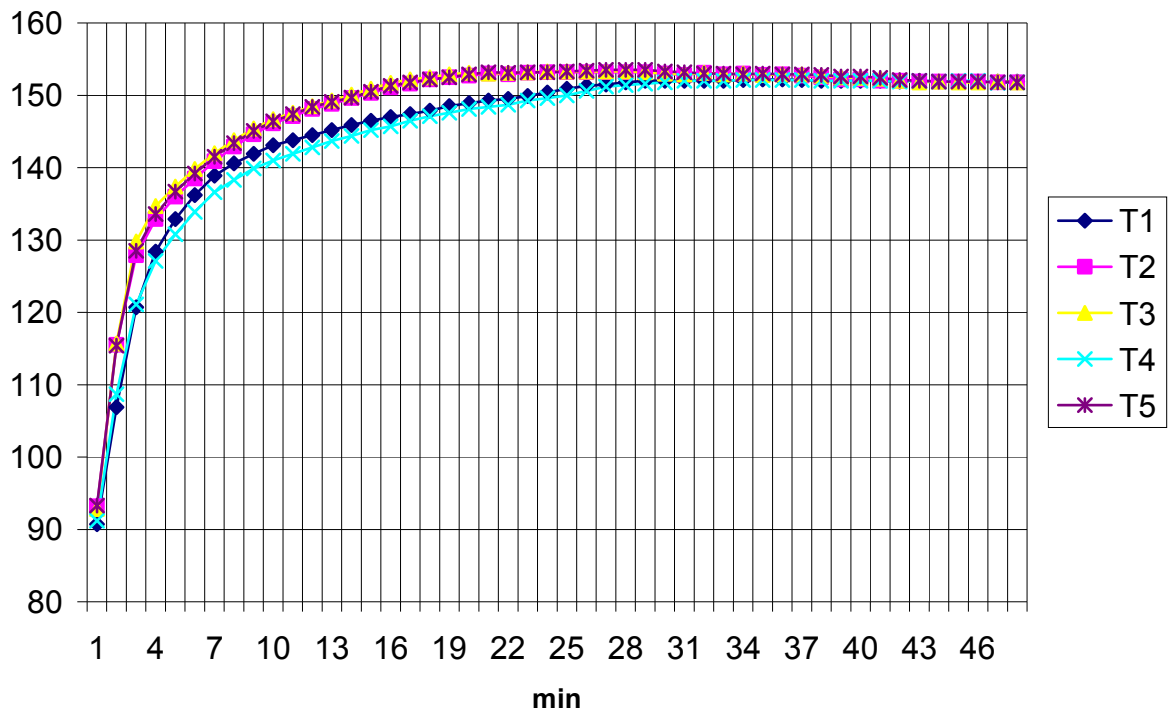
Stanowisko wyposażono w układy zapisu zmierzonych danych na karcie SD. Zapis wykonywany jest w trakcie pracy urządzenia z interwałem 5 min.

Przykładowy plik z zarejestrowanymi danymi wygląda następująco:

```
0000 02 098.7 090.2 098.7 099.8 096.4 041.7 041.2 040.1 040.9 042.0  
0000 07 089.4 089.0 085.6 085.8 089.5 044.6 044.0 043.2 043.7 045.0  
0000 12 089.4 089.1 088.1 089.9 088.7 045.9 045.4 044.7 045.0 046.3  
0000 17 088.7 089.9 089.6 089.3 089.1 046.9 046.5 045.8 046.1 047.3  
0000 22 089.2 090.8 089.6 089.0 089.2 047.8 047.4 046.8 047.0 048.2  
0000 27 089.7 090.7 089.2 089.6 090.8 048.6 048.2 047.7 047.9 049.0  
0000 32 089.6 089.8 089.6 089.4 089.9 049.2 049.0 048.4 048.6 049.6
```

Pierwsze dwie kolumny to godzina i minuta rejestracji, następne to wartości pomiarów z poszczególnych czujników temperatury od T1 do T10.

Z wartości tych można łatwo wykonać wykres.





## Wzorcowanie

Wzorcowanie wykonano w temperaturach 25°C i 100°C. Po wykonaniu wzorcowania wszystkich czujników temperatury w laboratorium PCA, na podstawie wyników wprowadzono do układu następujące offsety:

Czujnik	Błąd pomiaru 25°C	Błąd pomiaru 100°C	Offset
T1	-0.7	-0.6	+0.6
T2	-0.5	-0.5	+0.5
T3	-0.5	-0.3	+0.3
T4	-0.5	-0.1	+0.1
T5	-0.7	-0.4	+0.4
T6	-0.5	-1.0	+0.5
T7	-0.7	-1.5	+0.7
T8	0.0	-0.5	0.0
T9	-0.7	-1.2	+0.7
T10	-1.0	-1.1	+1.0

## Instrukcja użytkowania

### Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.

Maszyna powinna być ustawiona w miejscu zapewniającym wygodną obsługę i dostęp do części mechanicznej i elektrycznej. Podłączając do sieci zasilającej należy zabezpieczyć obsługującego przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez prawidłowe zerowanie lub uziemianie.

W komorze występują wysokie temperatury. Podczas próby i tuż po jej zakończeniu nie wolno dotykać komory.

Wszelkie zauważone w czasie pracy nieprawidłowości działania należy niezwłocznie zgłaszać nadzorowi, przerywając pracę aż do chwili usunięcia usterki.

### Instrukcja obsługi.

Obsługa układu starzeniowego polega na podłączeniu do sieci prądu elektrycznego przewodu zakończonego wtyczką trójfazową a następnie włączeniu urządzenia.

Włączenie urządzenia następuje poprzez przekręcenie wyłącznika krzywkowego (WŁĄCZNIK GŁÓWNY).

Na panelu sterującym widoczne są aktualne odczyty zmierzonych temperatur.

Następnie należy umieścić wewnątrz komory badane materiały.

Po zaprogramowaniu odpowiedniej próby (temperatura zadana) należy włączyć urządzenie przyciskiem PRACA.

Lampka kontrolna sygnalizuje podanie napięcia zasilającego do części elektrycznej.

Po odpowiednim czasie należy wyłączyć urządzenie powtórnie wciskając przycisk PRACA i po odczekaniu aż komora ulegnie wychłodzeniu wyjęciu badanych próbek.

Jeśli w trakcie próby w gnieździe SD była obecna karta, dane z rejestracji wszystkich mierzonych wartości są na niej zapisane i mogą być użyte do dalszej obróbki.

## **Załączniki**

### **Dokumentacja towarzysząca**

Spis rysunków technicznych:

0139.0.1.0000	Schemat blokowy urządzenia
0139.0.1.0001	Instalacja elektryczna
0139.0.1.0002	Układ sterowania urządzenia

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów.

Świadectwo wzorcowania czujników temperatury nr AP-053  
Karta katalogowa przetwornika PS-11  
Deklaracja zgodności termopar firmy CZAH