

dr inż. Janusz Baranowski  
Uniwersytet Zielonogórski, Centrum Komputerowe  
Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”  
mgr inż. Dariusz Reska  
Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”  
mgr inż. Marek Twardowski  
Ośrodek Badawczo - Rozwojowy Metrologii Elektrycznej „METROL”

## **SYSTEMY STEROWANIA KLIMATU W POMIĘSZCZENIACH DO PRZECHOWYWANIA WARZYW I OWOCÓW**

*W artykule przedstawiono parametry i uwarunkowania towarzyszące procesowi przechowywania warzyw i owoców. W związku z coraz większymi wymaganiami dla tej gałęzi rolnictwa w zakresie konkurencji i zysków ekonomicznych nieodzowna staje się kontrola klimatu w pomieszczeniach przechowalniczych. W zależności od konstrukcji pomieszczenia i wymogów producenta, możliwy jest dobór różnorodnych systemów pomiaru, kontroli i sterowania parametrami klimatu. OBR ME METROL proponuje szeroki wybór poszczególnych elementów tych systemów jak i rozwiązań całościowych dedykowanych dla określonego użytkownika. Najnowsze rozwiązania w dziedzinie systemów pomiarowych dla tej gałęzi rolnictwa oferują aplikacje pełnego nadzoru i kontroli nad procesem przechowywania, archiwizacji danych i wizualizacji wyników pomiarów na poziomie jednego centralnego stanowiska komputerowego. W artykule opisano przykładową aplikację wykonaną dla firmy Nordis - Chłodnie Polskie.*

### **1. WSTĘP**

Uprawa warzyw i owoców w polskim klimacie ma charakter sezonowy: lato-jesień, a mimo to jesteśmy krajem, który wytwarza duże ilości tych produktów w skali europejskiej i światowej. Produkcja warzyw i owoców w całości zaspokaja potrzeby polskich konsumentów na produkty z naszej strefy klimatycznej, a potencjał produkcyjny umożliwiłby duży eksport na rynki światowe (przede wszystkim państw Unii Europejskiej i Rosji) [1]. Niestety produkcja owoców i warzyw w Polsce nie jest konkurencyjna dla produkcji unijnej, lecz tylko uzupełniająca. Podstawowym warunkiem eksportu owoców i warzyw z Polski na rynki państw UE jest zorganizowanie produkcji tak, aby można było oferować produkty o wymaganej przez odbiorcę jakości, opakowaniu i skali dostaw. Coraz częściej jednak i polscy konsumenci zwracają uwagę na jakość oferowanych im produktów rolnych. Nie bez znaczenia jest również fakt stabilizacji spożycia rodzimych warzyw i owoców przy rosnącym na polskim rynku popycie i podaży owoców cytrusowych importowanych z zagranicy. Zapewnienie jakości i dostępności warzyw i owoców poza sezonem letnim oraz jesiennym ma więc kluczowe znaczenie tak dla opłacalności produkcji jak i dalszego istnienia polskich producentów, handlowców i przetwórców.

Aby zapewnić podaż płodów rolnych przez cały rok należy zapewnić im właściwe warunki przechowywania i magazynowania po zbiorach. Wymaga to nakładów inwestycyjnych na dostosowanie pomieszczeń w zakresie parametrów konstrukcyjnych jak i systemów pomiarowych, kontrolnych i sterujących procesem przechowywania. Dzięki takim systemom zbierającym wszystkie ważne dla procesów przechowywania informacje, możliwa jest pełna ca-

łodobowa kontrola procesu w tym sporządzanie raportów potwierdzających spełnienie określonych wymagań (również unijnych) im stawianych.

## **2. PROCES PRZECHOWYWANIA WARZYW I OWOCÓW**

Podczas procesu przechowywania w warzywach i owocach zachodzą różnorodne reakcje, których znajomość warunkuje właściwy dobór parametrów do przechowywania tych produktów. W szczególności warzywa i owoce podlegają zjawiskom: oddychania, dojrzewania i przejrzenia, transpiracji (wędnięcia), gnicia, wzrostu i zmian stanu chemicznego. Zjawiska te prowadzą do niekorzystnych zmian w wyglądzie, smaku, konsystencji, wartości odżywczej produktów, a w konsekwencji do utraty wartości handlowej i strat producenta. Ze względu na bezpieczeństwo konsumentów takie produkty nie powinny być wprowadzane do obrotu.

Regulacja i kontrola podstawowych parametrów procesu przechowywania (temperatury, wilgotności i składu atmosfery) pozwala na powstrzymanie niekorzystnych zmian w produktach rolniczych. Wymaga to jednak sprawnych systemów pomiarowych i sterujących schładzaniem, utrzymywaniem temperatury i wilgotności na żądanym poziomie oraz regulacją wentylacji pomieszczeń. Dodać należy, że parametry te ustala się według wymagań i norm opracowanych dla określonej grupy owoców lub warzyw [2].

### **2.1. Korzyści wynikające z właściwego przechowywania warzyw i owoców.**

Przechowywanie warzyw i owoców może odbywać się w bardzo różnych warunkach: od metod prymitywnych jak dołowanie, kopcowanie, przechowywanie w ziemiankach, piwnicach, na strychach, poprzez metody z kontrolą parametrów przechowywania w budynkach gospodarczych i przechowalniach. Najnowocześniejszym sposobem jest przechowywanie w specjalistycznych przechowalniach z wymuszonym obiegiem powietrza i różnego typu chłodniach zwykłych lub z kontrolowaną atmosferą. Warunki przechowywania określają też stan warzyw i owoców: mogą być one przechowywane w stanie naturalnym lub zamrożonym.

Właściwe przechowywanie płodów rolnych daje wymierne korzyści:

- ekonomiczne - ponieważ stopniowe i równomierne wprowadzanie na rynek poszukiwanych towarów pozwala na osiągnięcie wyższych cen po sezonie, a co za tym idzie zwiększenie opłacalności produkcji rolniczej. Zachowanie korzystnych parametrów procesu przechowywania wpływa znacznie na zminimalizowanie strat,
- jakościowe - pozwala na zachowanie dobrych parametrów odżywczych (czyli wartości handlowej) warzyw i owoców. Możliwość przechowania w formie zamrożonej (mieszanek owocowo-warzywnych) zachowuje najbardziej zbliżone do naturalnych wartości odżywcze warzyw i owoców w sezonie jesienno-zimowym, kiedy produkty naturalne utraciły już swoje walory w procesie długiego przechowywania.
- w zakresie konkurencji - poprzez poprawę jakości produkowanych owoców i warzyw, ich dostępność o każdej porze roku w dużych i jednorodnych partiach, co jest szczególnie istotne w perspektywie integracji z Unią Europejską. Wyraźna poprawa jakości owoców i warzyw produkowanych w Polsce jest niezbędna, jeśli chcemy nasz rynek po integracji uchronić przed nadmiernym importem warzyw i owoców produkowanych w UE i jednocześnie zwiększyć eksport owoców deserowych i warzyw świeżych.

### **2.2. Parametry klimatu przy przechowywaniu warzyw i owoców**

Podstawowymi parametrami charakteryzującymi proces przechowywania są: temperatura i wilgotność względna powietrza oraz skład atmosfery w przypadku przechowywania w komorach chłodniczych z kontrolowaną atmosferą. Przykładowe wartości tych parametrów odniesione do czasu przechowywania w chłodniach, ustalone dla każdego rodzaju owoców i warzyw podano w tabelicy 1 [3].

Tablica 1

Warzywa, owoce	Czas przechowywania	Temperatura	Wilgotność	Skład atmosfery
Salata	2 tygodnie	0°C	95-98%RH	1%CO <sub>2</sub> +3-5%O <sub>2</sub>
Ogórki	do 10dni 4 tygodnie	13°C 13°C	95%RH 95%RH	- 5%CO <sub>2</sub> +5%O <sub>2</sub>
Kapusta pekińska	3-4 miesiące 4-6 miesięcy	0...3°C 0...3°C	95-98%RH 95-98%RH	- 2-5%CO <sub>2</sub> +1.5-3%O <sub>2</sub>
Pomidory zielone	do 6 tygodni do 12 tygodni	12.5°C 12...13°C	85-90%RH 85-90%RH	- 0-5%CO <sub>2</sub> +2-5%O <sub>2</sub>
Cebula	8 miesięcy 10 miesięcy	0...1°C -2...-3°C	65-75%RH 80%RH	5%CO <sub>2</sub> +3%O <sub>2</sub> 5%CO <sub>2</sub> +3%O <sub>2</sub>
Warzywa kapustne	6-8 miesięcy	0°C	90-95%RH	5%CO <sub>2</sub> +2.5%O <sub>2</sub>
Warzywa korzeniowe	do 10 miesięcy	0...2°C	95-98%RH	3-5%CO <sub>2</sub> +3-17%O <sub>2</sub>
brzoskwinie	do 6 tygodni do 2 miesięcy	-0.5...0°C -0.5...0°C	90%RH 90%RH	- 3-5%CO <sub>2</sub> +1%O <sub>2</sub>
porzeczka	do 4 tygodni	10°C	90-95%RH	20%CO <sub>2</sub> +1%O <sub>2</sub>

Z przytoczonych w tabeli danych wynika, że gwarancją właściwego przechowywania warzyw i owoców jest utrzymywanie w sposób stabilny i dokładny wymaganej temperatury i wilgotności oraz zmiana i kontrola składu atmosfery w komorach. Kontrola wartości temperatury i wilgotności względnej w pomieszczeniu przechowalniczym staje się podstawową koniecznością. Powiązanie funkcji pomiarowych i kontrolnych z wykonawczymi, przez sterowanie agregatami chłodniczymi, wentylatorami, oraz funkcjami archiwizacji danych jest głównym celem systemów sterowania dla tej gałęzi przemysłu rolnego.

Wybór sposobu przechowywania warzyw i owoców uzależniony jest od możliwości (głównie finansowych) producenta. Proste sposoby przechowywania jak dołowanie czy kopcowanie nie umożliwiają zdalnej kontroli i regulacji parametrów procesu. W kopcach wentylowanych (technicznych), ziemiankach, strychach czy piwnicach powinna istnieć możliwość ręcznego lub zdalnego sterowania przepływem powietrza w kanałach wentylacyjnych w celu schłodzenia i utrzymywania temperatury. Na bieżąco należy kontrolować automatycznie lub za pomocą mierników przenośnych wartość temperatury i wilgotności w tych pomieszczeniach. Niestety, w większości pomieszczeń nie zapewnia się właściwych warunków: stałej przez cały okres przechowywania temperatury, wilgotności, właściwego składu atmosfery, wystarczającej wymiany powietrza, nieograniczonego warunkami pogodowymi dostępu do przechowywanych produktów. Prowadzi to do dużych strat podczas przechowywania produktów, nie pozwala na ich długoczasowe przechowywanie, obniża jakość wyrobów i powoduje że nie spełniają one wymogów dopuszczenia na rynek.

### 3. SYSTEMY POMIARU I STEROWANIA KLIMATEM POMIESZCZEŃ

Pomiary klimatu w pomieszczeniach przechowalniczych można realizować za pomocą różnych środków technicznych w zależności od rodzaju pomieszczenia, jego rozwiązania konstrukcyjnego oraz potrzeb i możliwości ekonomicznych producenta. Duża różnorodność przyrządów pomiarowych i sterujących produkowanych przez OBR ME „METROL” pozwala na realizację systemów pomiarowo-sterujących o bardzo prostych jak i zaawansowanych możliwościach. Oferta firmy dotyczy pojedynczych urządzeń przenośnych i stacjonarnych, systemów pomiarowych i sterujących, wizualizacji procesu przechowywania, systemów archiwizacji i rejestracji danych.

### 3.1. Urządzenia przenośne

W małych gospodarstwach rolnych, przy przechowywaniu produktów rolnych w namiotach foliowych, różnego rodzaju kopcach, ziemiankach, piwnicach, strychach i wszędzie tam gdzie istnieje potrzeba szybkiego pomiaru temperatury i wilgotności można zastosować przenośne mierniki typu WT5 i WW5.

Mierniki typu WT5 przeznaczone są do pomiaru temperatury gazów, cieczy i ciał stałych, między innymi w rolnictwie, przemyśle przetwórczym i spożywczym. Mogą one współpracować z dowolnymi sondami różnych producentów, z czujnikiem temperatury Pt100/1.3850 (wg PN-EN 60751+A2). W zależności od budowy dołączanej sondy z czujnikiem temperatury (igłowa, dotykowa, kątowna) może znaleźć zastosowanie m.in. przy pomiarze temperatury ziemiopłodów w kopcach, chłodniach i dojrzewalniach. Opracowane w OBR ME „METROL” sondy ST1-ST4 przystosowano konstrukcyjnie do rozłącznego połączenia z miernikami WT5 lub innymi posiadającymi wtyk typu „cinch”

Mierniki przenośne typu WW5 przeznaczone są do pomiaru wilgotności powietrza w pomieszczeniach przechowalniczych, w szczególności pomiaru w trudnych warunkach środowiskowych. Niektóre parametry techniczne mierników WT5 i WW5 oraz sond temperaturowych ST1-ST4 przedstawiono w tablicach 2 i 3 [4]:

Tablica 2

	<b>Miernik WT5</b>	<b>Miernik WW5</b>
- zakres pomiarowy	-50...199.9°C	10...90% $H_2O$
- błąd podstawowy	0.5°C	2.5% $H_2O$
- rozdzielczość	0.1°C	0.1% $H_2O$
- zasilanie	Bateryjne 6F22	Bateryjne 6F22
- ochrona obudowy	IP54	IP54
- ekspozycja wyniku	Wyświetlacz LCD 13mm	Wyświetlacz LCD 13mm
- czujnik pomiarowy	Sondy ST1-ST4 (Pt100,500,1000)	Pojemnościowy
- funkcje pomiarowe	Sygnalizacja rozładowania baterii, Zatrzymanie wskazań na wyświetlaczu - HOLD, Samoczynne wyłączenie miernika	Sygnalizacja rozładowania baterii, Zatrzymanie wskazań na wyświetlaczu - HOLD, Samoczynne wyłączenie miernika
- waga	0.2kg	0.2kg

Tablica 3

<b>Sondy ST1-ST4</b>	
- zakres pomiarowy	-50...200°C
- klasa dokładności czujnika	1 lub 2 wg PN-EN 60751+A2
- rezystancja w 0°C	100Ω, 500Ω, 1000Ω
- stała czasowa	3-30s
- ochrona obudowy czujnika	Stal kwasoodporna nierdzewna
- prąd pomiarowy	2mA
- połączenie z miernikiem	gniazdo „cinch”

Mierniki przenośne typu WT5 i WW5 pozwalają na łatwe oraz szybkie wykonywanie pomiarów i doraźną kontrolę parametrów temperatury i wilgotności w pomieszczeniu. Ewentualna regulacja parametrów zależy od kontroli użytkownika i jest możliwa dzięki wietrzeniu i wentylacji chłodnym powietrzem zewnętrznym, kanałom wentylacyjnym, wentylatorom uruchamianym przez producenta. Dzięki zestawowi różnych sond pomiarowych, szczelnej i uniwersalnej konstrukcji, mierniki typu WT5 i WW5 pozwalają na uniwersalne zastosowania w rolnictwie.

### 3.2. Urządzenia systemów pomiaru i regulacji wykorzystujące wyjściowe sygnały analogowe i sterujące

Producenci warzyw i owoców, którzy chcą osiągać zyski z produkcji rolnej i konkurować na rynku polskim powinni posiadać specjalistyczne przechowalnie do składowania płodów rolnych luzem lub w paletach. Regulacja temperatury i wilgotności musi odbywać się za pomocą specjalnych dużych systemów wentylacyjnych podłogowych lub nadpodłogowych, z możliwością dosuszania i podgrzewania powietrza nagrzewnicami. Zdalna kontrola temperatury i wilgotności w tych pomieszczeniach oraz kanałach wentylacyjnych staje się koniecznością.

OBR ME „METROL” posiada całą gamę przyrządów pomiarowych, które mogą realizować funkcje pomiarowe w sposób autonomiczny lub jako elementy systemu pomiarowego dla tego rodzaju zastosowań. W grupie przyrządów autonomicznych znajdują się:

- mierniki tablicowe temperatury DT4,
- mierniki tablicowe temperatury DT5,
- mierniki tablicowe temperatury i wilgotności DT6,
- regulatory jednokanałowe TC41,
- regulatory temperatury TC5,
- regulatory mikroprocesorowe TC6.

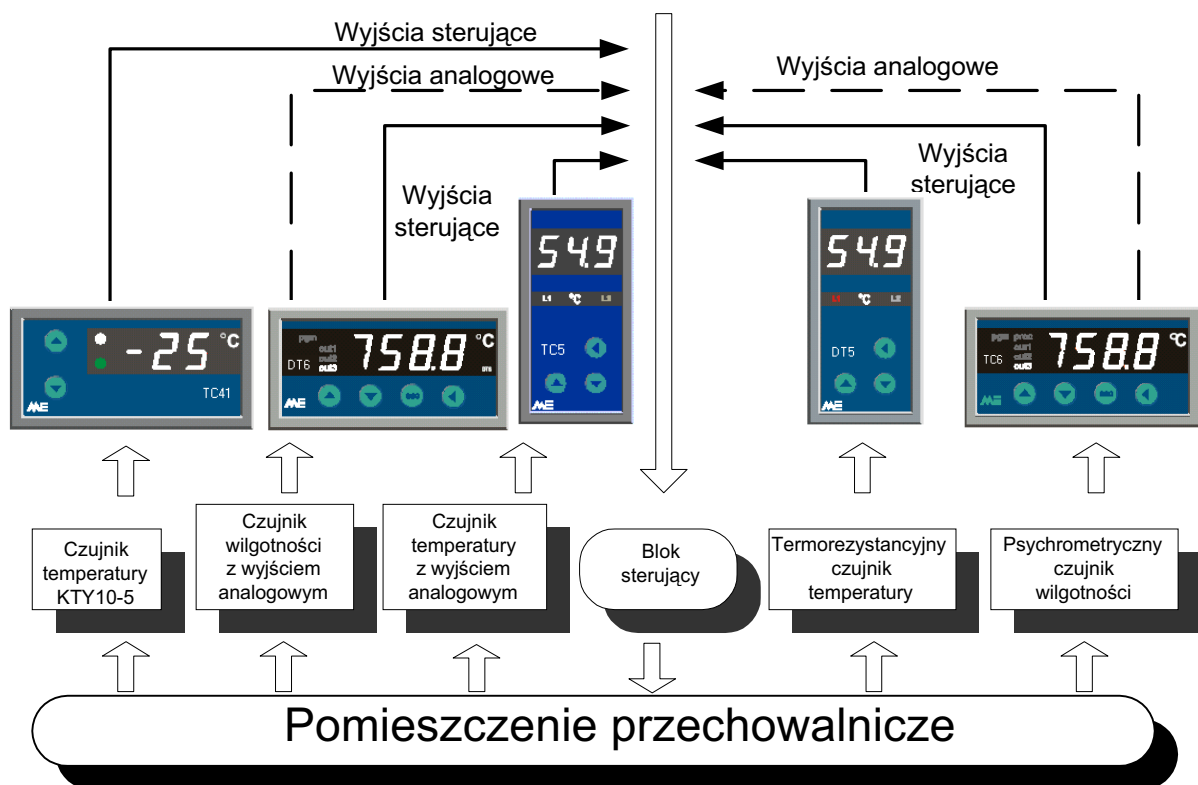
Niektóre parametry techniczne mierników i regulatorów przedstawiono w tablicy 4 [4].

Tablica 4

Urządzenie	Parametry			
	Zakresy wejściowe	Dokładność	Sygnały wyjściowe	Funkcje pomiarowe
<b>DT4 - miernik</b> <b>TC41 - regulator</b>	KTY10-5	0.5% w.m.	Przełącznikowe 8A/250V 16A/250V	Jedno wejście pomiarowe Programowanie i podgląd wartości zadanej
<b>DT5 - miernik</b> <b>TC5 - regulator</b>	Pt100, 500, 1000 Liniowe, analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Rezystancja: 0-1000Ω Termopary	0.5% w.z. 0.2% w.z. 0.5% w.z. 0.5% w.z.	Przełącznikowe 2 x 8A/250V  Przełącznikowe 2 x 8A/250V Optotriakowe 2 x 0.3A/250V Binarne 2 x 0/5V	Jedno wejście pomiarowe, Programowanie progów alarmowych i rodzaju czujnika, Programowanie i podgląd parametrów regulacji. Wykonania dla różnych algorytmów sterowania.
<b>DT6 - miernik</b> <b>TC6 - regulator</b>	Pt100, 500, 1000 Ni100, Cu100 Wilgotność: czujnik suchy - mokry Liniowe, analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Rezystancja: 0-2000Ω Termopary	0.3-0.5°C  2-3%RH  0.2% w.z. 1Ω 2-3°C	Przełącznikowe 3 x 8A/250V  Przełącznikowe 3 x 8A/250V Optotriakowe 2 x 0.3A/250V Binarne 2x0/5V Analogowe: 2 x 0(4)-20mA 2 x 0(5)-10V	Jedno wejście pomiarowe Programowanie progów alarmowych, rodzaju czujnika, zakresu wyświetlania Programowanie i podgląd parametrów regulacji, Układ autoadaptacji Wykonania dla różnych algorytmów sterowania.

Najprostszym sposobem pomiaru i ekspozycji wyniku temperatury i wilgotności w pomieszczeniu przechowalniczym jest zastosowanie mierników serii DT w zabudowie tablicowej. Czujniki temperatury i wilgotności (psychrometryczne dla miernika DT6) dołączane są bez-

pośrednio do wejść mierników co znacznie ułatwia konfigurację pomiaru. Obwody wejściowe mierników są na tyle uniwersalne, że można dołączać do nich różne rodzaje czujników z wyjściem nieelektrycznym lub standardowym sygnałem analogowym. Użytkownik ma możliwość zaprogramowania dowolnych poziomów progów alarmowych, po przekroczeniu których zostaną załączone w sposób zdalny urządzenia sterujące wentylacją, nagrzewem czy chłodzeniem pomieszczenia. Nastawy użytkownika zostaną zapamiętane i odtworzone po wyłączeniu zasilania. Mierniki sygnalizują uszkodzenia czujnika lub wejściowego toru pomiarowego, co usprawnia lokalizację ewentualnych usterek. Aby zwiększyć dokładność pomiaru korygowana jest wartość błędu czujnika rezystancyjnego. W bardziej zaawansowanych systemach pomiarowych, gdzie zachodzi konieczność pomiaru i regulacji w określonej strukturze korekcyjnej wartości temperatury i wilgotności, zaproponowano regulatory mikroprocesorowe serii TC. Regulatory TC pozwalają na sterowanie dodatkowymi urządzeniami według zadanych procedur regulacji: dwu i trójstawnych oraz algorytmów P, PI, PD, PID. Regulują temperaturę, wilgotność lub inne wielkości fizyczne np. ciśnienie, przepływ powietrza czy stężenia tlenu i dwutlenku węgla w pomieszczeniach. Urządzenia wykonawcze w chłodniach i przechowalniach sterowane mogą być z dodatkowych wyjść regulatorów: optoizolowanych, binarnych lub analogowych. Moduły sygnalizacyjne w regulatorach pozwalają na diagnostykę uszkodzeń w obwodach czujników oraz kontrolę załączenia wyjść.



Rys.1. Możliwości pomiarów miernikami serii DT i regulatorami serii TC

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe sposoby wykorzystania mierników serii DT (DT4, DT5, DT6) oraz regulatorów serii TC (TC4, TC5, TC6). Urządzenia te mogą współpracować w różnych konfiguracjach z czujnikami temperatury i wilgotności niezależnie od sygnału wyjściowego (rezystancja, sygnał liniowy analogowy prądowy lub napięciowy). Najprostsze mierniki i regulatory (DT4 i TC41) przeznaczone są do pomiaru wąskiego zakresu temperatury w ładach chłodniczych. Mierniki i regulatory DT5 i TC5 znajdują zastosowanie przy pomiarze i regulacji temperatury w obiektach gdzie wymagane jest sterowanie urządzeniami wykonawczymi i realizowanie procedur regulacji. Wielowyjściowe urządzenia serii DT6 i TC6 pozwalają na wykonywanie zaawansowanych procedur regulacji i sterowania procesem przechowywania. Nastawy parametrów i programów dokonane przez użytkownika zabezpieczone są dodatkowo kodem dostępu. Sygnały alarmowe, sterujące i analogowe z mierników i

regulatorów są wykorzystane przez blok sterujący do uruchamiania urządzeń wykonawczych typu wentylatory, nagrzewnice, chłodziarki.

### 3.3. Urządzenia systemów pomiaru i regulacji wykorzystujące wyjściowe sygnały cyfrowe

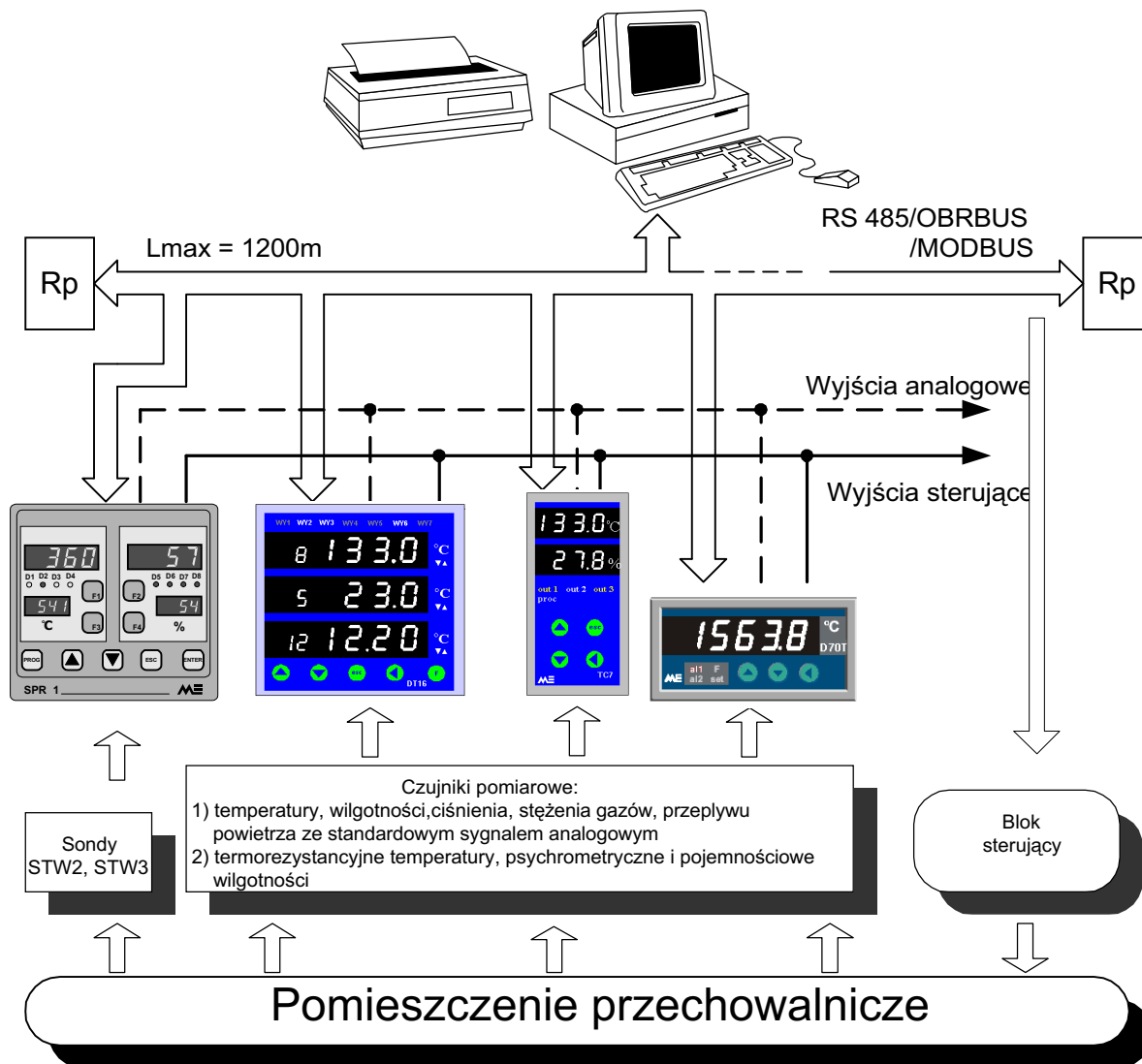
Pełna kontrola nad procesem przechowywania warzyw i owoców jest jedynym nowoczesnym rozwiązaniem, które pozwoli na uzyskiwanie oczekiwanych efektów ekonomicznych i spełnienie wymagań norm Unii Europejskiej. Systemy pomiarowe dla tych rozwiązań realizowane są jako systemy rozproszone, w których pomiar, przetwarzanie, rejestracja i obróbka danych odbywają się na różnych poziomach. Proces przechowywania kontrolowany jest w sposób ciągły, a dane pomiarowe są przetwarzane i archiwizowane przez jednostkę nadrzędną (komputer). Wszystkie elementy systemu wymieniają informacje łączem interfejsowym. W tabelicy 5 podano wybrane parametry techniczne urządzeń produkowanych przez OBR ME „METROL” jako elementów komputerowych systemów pomiaru klimatu w zdalnie sterowanych chłodniach i przechowalniach [4].

Tabela 5

Urządzenie	Parametry			
	Zakresy wejściowe	Dokładność	Sygnały wyjściowe	Funkcje pomiarowe
<b>D70T miernik</b>	Pt100, Ni100 Rezystancja 0-100Ω Liniowe, analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Termopary	0.2-0.5°C 0.1% w.z. 0.1% w.z. 0.5-5°C	Przełącznikowe 2 x 8A/250V Optoizolowane 2 x 0.3A/250V Analogowe: 0-20mA, 0-10V Interfejs: RS485, RS232	Jedno wejście pomiarowe Programowanie: progów alarmowych, zakresu wejściowego i wyjściowego, rodzaju czujnika, parametrów transmisji Rejestracja wyników
<b>DT16 miernik</b>	Pt100, 500, 1000 Ni100, Cu100 Liniowe, analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Termopary Wilgotność: czujnik suchy-mokry i pojemnościowy	0.3°C 0.3°C 0.2% w.z. 2-3°C 3%RH z czujnikiem	Przełącznikowe 7 x 8A/250V Interfejs: RS485, RS232	16 wejść pomiarowych Programowanie: progów alarmowych, zakresu wejściowego, rodzaju czujnika, parametrów transmisji. Rejestracja wyników
<b>TC7 regulator</b>	Pt100, 1000 Liniowe, analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Rezystancja 0-2kΩ Termopary Wilgotność: czujnik suchy-mokry i pojemnościowy Binarne	0.5% w.z. 0.2% w.z. 0.5% w.z. 0.5% w.z.	Przełącznikowe 5 x 8A/250V Optotriakowe 5 x 0.3A/250V Binarne 3 x 0/5V Interfejs: RS485, RS232	Dwukanałowy Programowanie i podgląd: parametrów i rodzaju regulacji, progów alarmowych, rodzaju czujnika Rejestracja wyników
<b>SPR system</b>	Termorezystancyjne Wilgotność: czujnik pojemnościowy	0.2% w.z. 2-3%RH	Przełącznikowe 3 x 8A/250V Optotriakowe 2 x 0.3A/250V Interfejs: RS485	Dwukanałowy Programowanie i podgląd: parametrów i rodzaju regulacji, progów alarmowych, rodzaju czujnika, Rejestracja wyników

Urządzenia przedstawione w tabelicy 5 pozwalają na pomiar, regulację i dodatkową rejestrację w nieulotnej pamięci: temperatury, wilgotności i innych wielkości określających proces przechowywania, przetworzonych na standardowy sygnał analogowy. Współpracują z wie-

loma rodzajami czujników temperatury i wilgotności, umożliwiają programowanie i odczyt szeregu parametrów: sterujących, regulacyjnych i transmisji danych, które również zapisywane są w pamięci nieulotnej. Sygnalizacja stanów awaryjnych i przekroczenia progów alarmowych pomaga w korygowaniu parametrów procesu przechowywania. Wszystkie urządzenia mogą komunikować się z jednostką nadrzędną za pomocą standardowych interfejsów komunikacyjnych (RS232C lub RS485) w celu przesłania danych pomiarowych lub danych zarejestrowanych w pamięci wewnętrznej. Na rysunku 2 pokazano metody pomiaru parametrów klimatu w przechowalniach wykorzystujące ww. urządzenia



Rys. 2. Elementy systemów pomiarowych z cyfrową wymianą danych

Kompleksowe pomiary klimatu w pomieszczeniu przechowalniczym wymagają zastosowania czujników pomiarowych: temperatury, wilgotności względnej, stężenia tlenu i dwutlenku węgla, ciśnienia, szybkości przepływu powietrza. Ze względu na różnorodność rodzajów czujników mogą być one dołączane do wejść rezystancyjnych lub liniowych analogowych przyrządów pomiarowych w sposób bezpośredni, lub za pomocą sond STW2, STW3 (pomiaru temperatury i wilgotności dla systemu SPR). Wyniki pomiarów eksponowane są na wyświetlaczach mierników i przesyłane łączem interfejsowym RS485 w protokole OBRBUS lub MODBUS do jednostki nadrzędnej systemu (komputer). Zbieranie i archiwizacja danych może odbywać się na poziomie przyrządu pomiarowego w pamięci nieulotnej lub w pamięci dyskowej komputera pod kontrolą specjalnie opracowanej aplikacji programowej. Sygnały sterujące: przekaźnikowe, optoizolowane, binarne lub w standardzie analogowym, uruchamiane zgodnie z nastawami użytkownika nadzorują pracę (Blok sterujący) urządzeń wenty-



lacyjnych, chłodniczych lub nagrzewnic powietrza. Przy jednoczesnym pomiarze temperatury i wilgotności w trudnych warunkach wysokiej wilgotności i niskiej temperatury wskazane jest zastosowanie sond STW2 lub STW3 montowanych w obudowach o stopniu ochrony IP65. Dwie wielkości wyjściowe z sond przekazywane są do systemu SPR, eksponowane na wyświetlaczach i rejestrowane w pamięci.

Jeżeli istnieje potrzeba jednoczesnego i wielopunktowego pomiaru parametrów klimatu wykorzystać można 16 kanałowy miernik DT16. Możliwość jednoczesnej wizualizacji trzech wyników, sygnalizacji numerów kanałów, przekroczenia nastaw, rejestracji wyników i ich odczytu z pamięci na wyświetlaczach lub drukarce czyni ten przyrząd uniwersalnym w pomiarach wielkości nieelektrycznych.

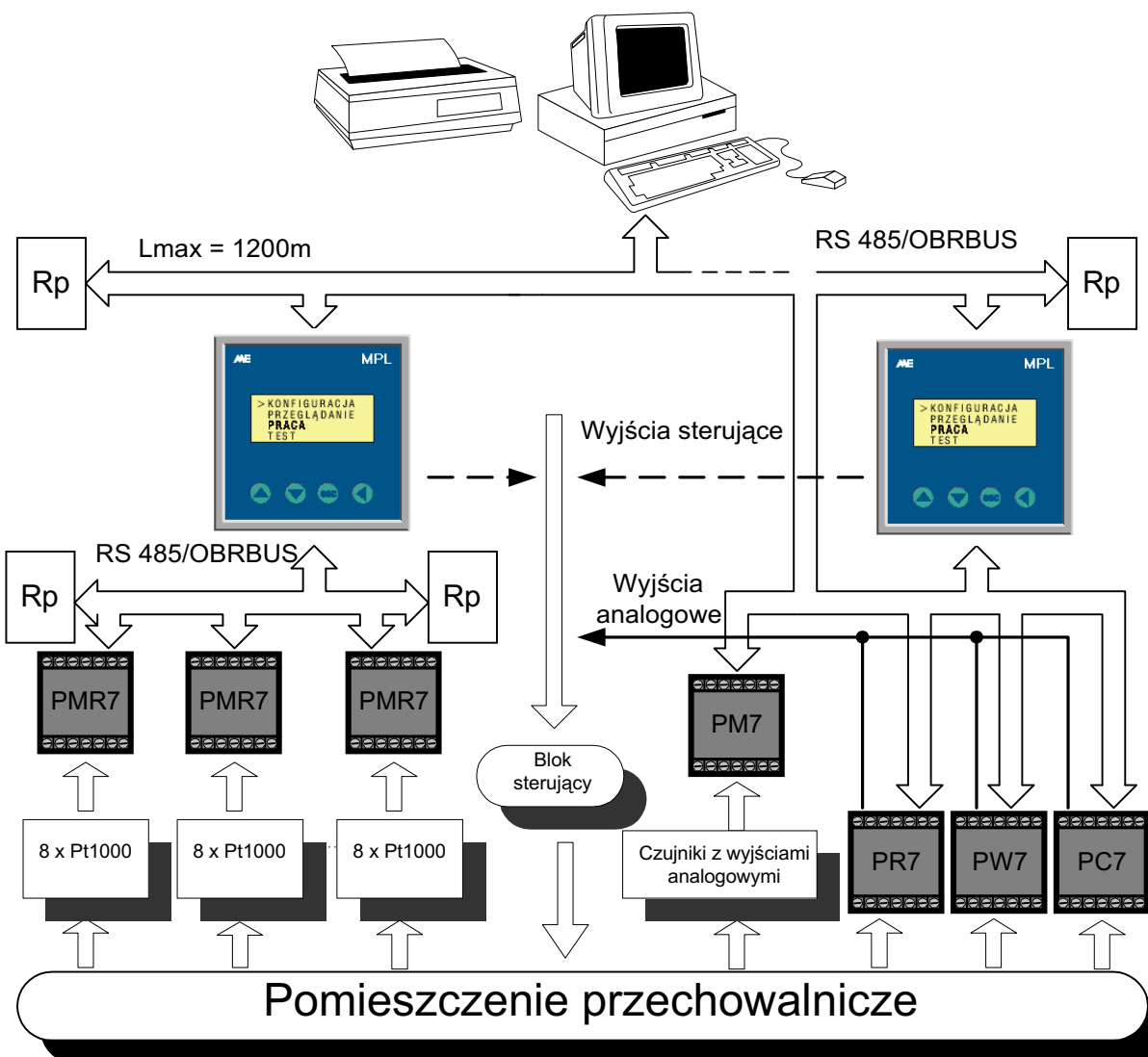
#### 4. WIZUALIZACJA PROCESU PRZECHOWYWANIA WARZYW I OWOCÓW

W rozbudowanych systemach sterowania procesem przechowywania pod kontrolą komputera klasy IBM nie zawsze opłaca się stosowanie urządzeń z ekspozycją wyniku w miejscu pomiaru. Wszystkie dane mogą być widoczne na ekranie komputera, co ułatwia odczyt i kontrolę procesu, szczególnie w dużych i rozległych pomieszczeniach. Dzięki temu jako elementy pomiarowe mogą być używane przetworniki pomiarowe, multiplexery czujników rezystancyjnych lub sygnałów analogowych. Kontrola parametrów klimatu w wielu punktach wymaga połączenia wszystkich elementów systemu łączem komunikacyjnym RS-485. Urządzenia wykonawcze mogą być sterowane z poziomu interfejsu lub za pomocą standardowych sygnałów analogowych prądowych i napięciowych.

W tablicy 6 przedstawiono zestawienie parametrów urządzeń będących elementami rozproszonych systemów pomiarowych [4].

Tablica 6

Urządzenie	Parametry		
	Zakresy wejściowe	Dokładność	Sygnały wyjściowe
<b>PR7 przetwornik temperatury</b>	Pt100, Ni100 Rezystancja: 0-100Ω	0.2% w.z.	Analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Interfejs: RS485, RS232
<b>PW7 przetwornik wilgotności</b>	Psychrometr 2 x Pt100	1% w.z.	Analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Interfejs: RS485, RS232
<b>PC7 przetwornik ciśnienia i siły</b>	Czujnik mostkowy lub piezorezystancyjny	0.1% w.z.	Analogowe: 0(4)-20mA, 0(5)-10V Interfejs: RS485, RS232
<b>PMR7 multiplexer</b>	8 x Pt1000	0.1% w.z.	Interfejs:RS485, RS232
<b>PM7 multiplexer</b>	Liniiowe, analogowe 8 x 0(4)-20mA, 10V	0.1% w.z.	Interfejs:RS485, RS232
<b>MPL rejestrator</b>	Informacja cyfrowa o 64 wielkościach		Przełączniki 2 x 8A/250V Interfejs:RS485, RS232



Rys.3. Rozproszony system pomiarowy parametry klimatu w pomieszczeniach

Na rysunku 3 przedstawiono różne koncepcje systemów kontroli nad przechowywaniem żywności wykorzystujące interfejsowe łącze komunikacyjne. W przypadku dużych pomieszczeń lub wielopunktowej kontroli klimatu konieczne jest właściwe rozmieszczenie i podłączenie czujników pomiarowych do elementów pomiarowych oraz przesłanie zmierzonych wielkości do jednostki nadrzędnej – komputera. Do pomiaru temperatury polecane są przetworniki typu PR7, a w przypadku dużej ilości czujników dołączenie ich do multipleksera termorezystorów PMR7 (możliwość podłączenia 8 termorezystorów). Wartości zmierzone transponowane są następnie bezpośrednio łączem interfejsu szeregowego RS-485 do komputera gdzie zostają wyświetlone, zapamiętane i zarchiwizowane. Przy pomiarze wilgotności może być zastosowany przetwornik PW7 (dla czujnika psychrometrycznego) lub dla większej ilości czujników pojemnościowych z wyjściem analogowym, multiplekser analogowy PM7 (8 czujników). Pozostałe parametry charakteryzujące klimat: ciśnienie, prędkość przepływu powietrza, stężenia gazów mierzone są czujnikami z wyjściem analogowym i dołączane również do multipleksa PM7. Wszystkie zmierzone wielkości są przesyłane do jednostki sterującej lub równoległego modułu pośredniczącego i rejestrującego MPL (monitor pomiarowy lokalny). Moduł ten służący do zbierania danych z 31 przetworników pomiarowych o aktualnym stanie obiektu, ich wizualizacji i przesyłania wyników do systemu nadrzędnego. Sterowanie urządzeniami wykonawczymi może odbywać się poprzez sygnały: standardowe, analogowe z przetworników pomiarowych, sterujące z MPL-a lub sygnały sterujące bezpośrednio z komputera.

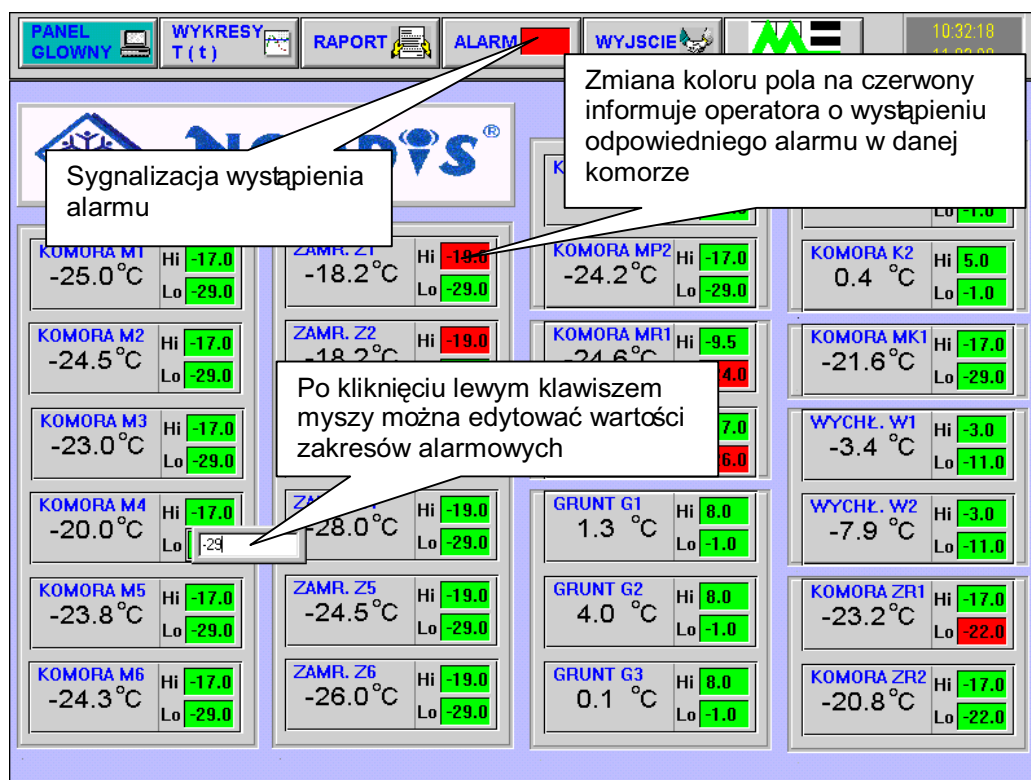
Wizualizacja wyników odbywa się w ramach opracowanej dla użytkownika aplikacji programowej na platformie Windows.

OBR ME „METROL” opracował system pomiaru i wizualizacji temperatury w komorach chłodniczych dla Nordis – Chłodnie Polskie [5]. System składa się z 3 multiplekserów PMR7 z dołączonymi do nich 32 czujnikami Pt1000 i monitorem pomiarowym lokalnym jako elementem rejestrującym. Istnieje możliwość rozszerzenia ilości punktów pomiarowych do 64. Wszystkie wartości temperatur mierzone w poszczególnych punktach komór są przekazywane łączem interfejsowym RS485 i wyświetlane na panelu odczytowym monitora MPL. Dla każdego punktu pomiarowego zdefiniowano i zaprogramowano 2 poziomy alarmów.

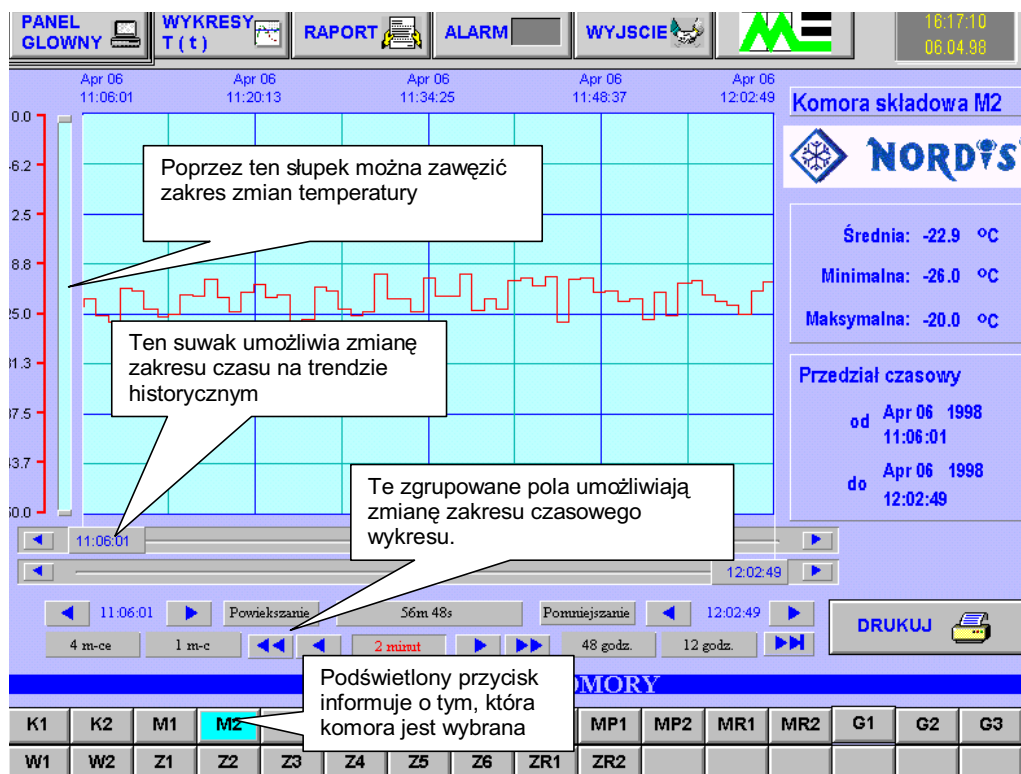
Do części sprzętowej dodano aplikację programową wykonaną w programie InTouch firmy Wonderware działającą na platformie systemu operacyjnego Windows. Aplikacja ta realizuje następujące funkcje:

1. pomiar, rejestracja i wizualizacja temperatury,
2. archiwizacja danych pomiarowych,
3. generowanie raportów o wyznaczonych godzinach,
4. wydruk danych zgromadzonych na dysku,
5. sygnalizacja, archiwizacja i raportowanie stanów alarmowych,
6. zmiany nastaw zakresów alarmowych,
7. rejestracja zdarzeń,
8. przeglądanie i wydruk trendów,
9. wyznaczanie wartości minimalnych, maksymalnych, średnich dla określonego przedziału czasu,
10. kontrola pracy całego systemu pomiarowego, diagnostyka działania części sprzętowej
11. współpraca z oprogramowaniem MS Office firmy Microsoft.

Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono niektóre okna programu zawierające synoptykę i układ graficzny dedykowany dla tego użytkownika.



Rys.4. Widok okna głównego



Rys. 5. Widok okna zawierającego wykresy trendów czasowych zmian temperatury

Każda aplikacja programowa może posiadać inne zdefiniowane przez zamawiającego elementy graficzne w postaci mierników analogowych, wykresów słupkowych pionowych czy wyświetlaczy cyfrowych (wskazania wielkości mierzonych). Do przedstawienia trendów w czasie czy ilości występowania danej wielkości histogramów można użyć różnego rodzaju wykresów. Wartości zmierzone, w tym stany alarmowe, mogą być rejestrowane i przesyłane do pliku w celu ich dalszego przetwarzania.

## 5. PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono kilka rozwiązań sprzętowych proponowanych przez OBR ME „METROL” w zakresie systemów kontroli parametrów przy przechowywaniu warzyw i owoców. Proces przechowywania płodów rolnych podlegać będzie ciągłej automatyzacji i konieczne stanie się wyposażenie pomieszczeń, magazynów, chłodni w systemy nadzoru, kontroli i rejestracji klimatu. Jednym z rozwiązań będzie z pewnością instalowanie komór chłodniczych z kontrolowaną atmosferą i zapewnienie właściwego sterowania takim obiektem. Każdy jednak system wymaga jego optymalizacji pod względem kosztów realizacji, możliwości rozbudowy, czy łatwości obsługi.

## LITERATURA

- [1] Biuletyn Informacyjny Ministerstwa Rolnictwa 9-10/2001
- [2] Polska Norma PN-83/A-07005 - Towary żywnościowe. Warunki klimatyczne i okresy przechowywania w chłodniach
- [3] Oko J. Materiały informacyjne Dolnośląskiego Wojewódzkiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Świdnicy
- [4] Katalog wyrobów OBR ME „METROL” w Zielonej Górze
- [5] Układ monitorowania do wielopunktowego pomiaru temperatury w komorach chłodniczych SP2. Dokumentacja techniczna OBR ME „METROL”, Zielona Góra 1997