

## Spis treści

1. Wstęp .....	2
2. Parametry badane .....	3
2.1 Temperatura rzeczywista .....	3
2.2 Stabilność temperatury .....	3
2.3 Rozkład temperatury .....	4
2.4 Czas dochodzenia .....	5
2.5 Wizualizacja przebiegu badania .....	6
3. Procedura badawcza .....	6
3.1 Wymagania ogólne .....	6
3.2 Procedura zgodna z PN-ISO 7218 .....	7
3.3 Procedura zgodna z normami dla sprzętu .....	7
3.4 Uwzględnienie wymagań EA-04/10:2002 .....	8
3.5 Specyficzne wymagania klienta .....	9
4. Wyposażenie do pomiarów .....	9
4.1 Konstrukcja .....	9
4.2 Obróbka danych .....	10
4.3 Spójność pomiarowa .....	10
4.4 Nadzór nad wyposażeniem kontrolno-pomiarowym .....	10
4.5 Oprogramowanie .....	11
5. Personel .....	11
6. Oznaczenia punktów pomiarowych .....	11
7. Sprawozdanie z pomiarów .....	12
7.1 Identyfikacja dokumentu .....	12
7.2 Dane identyfikacyjne .....	12
7.3 Informacje porządkowe .....	14
7.4 Temperatury w punktach charakterystycznych .....	14
7.5 Rozkład temperatury .....	16
7.6 Rozkład temperatury względem punktu odniesienia .....	16
7.7 Wizualizacja przebiegu temperatury .....	18
7.8 Czas dojścia .....	18
7.9 Inne dane .....	18
8. Przykłady .....	20
9. Wybór cieplarki .....	23
10. Podsumowanie .....	24

## 1 Wstęp

Badanie cech charakterystycznych urządzeń do inkubacji jest już standardem w laboratoriach. Gromadzone są zapisy o temperaturze, wykonywane badania jej rozkładu przestrzennego itp. Konieczność zapewnienia kontrolowanych i powtarzalnych warunków prowadzenia eksperymentu nie podlega dyskusji. Pozostaje zatem ustalić wymagania, znaleźć wykonawcę i kolejny problem można "odfajkować". Czy aby na pewno jest to takie proste ... Prosimy abyście poświęcili Państwo kilkadziesiąt minut na lekturę i spojrzeli na problem z naszej perspektywy - ludzi zajmujących się tą tematyką od kilkunastu już lat.

Wymagania dotyczące urządzeń do inkubacji są dość mocno rozproszone:

- a. zawarte w odpowiednich procedurach badawczych (np. w normach, metodykach rekomendowanych przez PZH itp.)
- b. opisane w dokumentach technicznych dla laboratoriów, takich jak "osławiony" EA-04/10:2002 lub norma PN-ISO 7218
- c. sprecyzowane w normach technicznych dla producentów urządzeń, np. DIN-ISO 12880 dla ciepłarek, DIN-ISO 12876 dla łaźni itd.
- d. wynikają z doświadczenia analityków oraz informacji literaturowych i dostarczanych np. przez producentów podłoży, pożywek, szczepów ... lista jest nieskończona.

Nie dość, że wymagania są rozproszone, to często także sprzeczne lub co najmniej niezgodne. Nie dziwi w tym kontekście, że normy dla producentów sprzętu są niespójne z oczekiwaniami użytkowników. O podstawowej niespójności pomówimy przy omawianiu procedur badawczych jakie możemy Państwu zaproponować.

Część laboratoriów zleca badanie posiadanych urządzeń firmom zewnętrznym, część wykonuje to badanie samodzielnie. W obu przypadkach należy zwrócić uwagę czy wykonane badanie jest zrealizowane w sposób kompetentny i wiarygodny. Postaramy się wskazać newralgiczne punkty procedury badawczej, tak abyście byli Państwo w stanie ocenić jakość uzyskanych wyników.

## 2 Parametry badane

Cel kwalifikacji urządzeń do inkubacji jest jasny - sprawdzić czy urządzenie będzie spełniało odpowiednie kryteria. Pozostaje zatem je postawić. Wydaje się, że celowym byłoby wyznaczenie:

- a. rzeczywistej temperatury
- b. rozkładu temperatury w całej objętości
- c. stabilności temperatury w wybranych punktach
- d. przybliżonego czasu po jakim urządzenie po wprowadzeniu zakłócenia wraca do stanu stabilnego oraz w końcu
- e. zarejestrowanie i wizualizacja temperatury w urządzeniu po wprowadzeniu zakłócenia - dołożeniu wsadu, otwarciu drzwi itp.  
- oraz w czasie pracy stabilnej, niezakłóconej

Procedury badawcze podają optymalną temperaturę badania i jej dopuszczalną tolerancję. Problem powstaje gdy zaczniemy się zastanawiać jakie zjawiska ma obejmować powyższa tolerancja.

### 2.1 Temperatura rzeczywista

Ustawienie przez analityka temperatury nominalnej na wyświetlaczu inkubatora nie oznacza, że wewnątrz panuje taka właśnie temperatura. Przyczyn jest kilka:

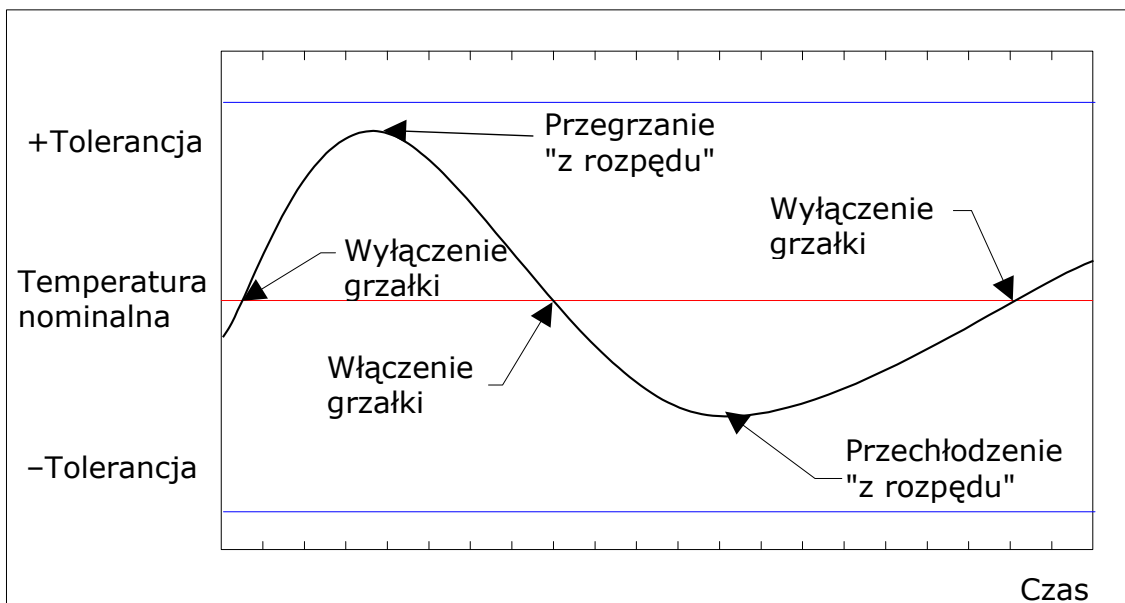
- a. termometr inkubatora jest jedynie wskaźnikiem, szczególnie po dłuższym czasie użytkowania - praktycznie nie spotyka się wzorcowania tego termometru
- b. czujnik regulatora jest umieszczony w zupełnie innym miejscu niż próbki i temperatura wyświetlana jest dobrą ale jedynie symulacją temperatury w środku geometrycznym pustej cieplarki
- c. rzeczywista temperatura w inkubatorze zależy od wielkości i sposobu rozmieszczenia wsadu oraz od warunków zewnętrznych

Wydaje się, że w tej sytuacji, niezłym i stabilnym sposobem prezentowania temperatury jest temperatura średnia zebrana z możliwie wielu punktów pomiarowych w całej wykorzystywanej objętości inkubatora.

Niedoskonałość ustawienia temperatury jest **pierwszym** zjawiskiem korzystającym z tolerancji temperatury badania.

### 2.2 Stabilność temperatury

**Drugim** korzystającym z tolerancji zjawiskiem jest stabilność. Popatrzmy jak pracuje klasyczny regulator:



Jak widać z rysunku, regulator aby podjąć decyzję o włączeniu grzania musi wykryć spadek temperatury. Aby grzanie wyłączyć, musi wykryć osiągnięcie lub przekroczenie temperatury zadanej. Dodatkowo fakt osiągnięcia punktu włączenia / wyłączenia nie jest tożsamy z zahamowaniem odpowiednio spadku lub wzrostu temperatury w inkubatorze. Każde urządzenie, również grzałka, ma bezwładność (inercję) wpływającą na czas reakcji. A zatem zanim grzałka zacznie grzać, musi się nagrzać. A zanim przestanie grzać, musi pozbyć się nagromadzonego w sobie ciepła. Efektem jest pofalowany przebieg temperatury. Średnio temperatura jest ok. ale w dowolnej chwili nie jest równa oczekiwanemu nominalowi.

Próbki posiadają zdolność wygładzania tego przebiegu - posiadają masę, która nie reaguje tak szybko jak "pozbawione" masy powietrze. Nie zmienia to jednak faktu, że jeśli zmienność temperatury będzie duża, to próbki zarejestrują jej niestabilność. Bardzo trudno jest zmierzyć wpływ stabilności temperatury w próbkach o małych masach, np. w szalkach Petriego.

### 2.3 Rozkład temperatury

Grzałka w inkubatorze znajduje się w konkretnym miejscu i z tego miejsca ciepło rozpoczyna wędrówkę. Siłą napędową może być promieniowanie, konwekcja naturalna i konwekcja wymuszona. Najskuteczniejsze jest wymuszenie obiegu powietrza, rozwiązanie to ma jednak również wady (m.in. wysuszenie próbek). Nie ma sposobu na idealne rozproszenie ciepła w komorze. Musi powstać zatem pewien rozkład temperatury w przestrzeni roboczej. Rozkład ten zależy od:

- a. inkubatora (cecha konstrukcyjna)
- b. czasu od momentu wystąpienia zakłócenia
- c. temperatury (im bardziej odległa od otoczenia tym gorzej)
- d. wielkości i rozmieszczenia wsadu

Można przyjąć, że dla typowych układów wsadu, w temperaturze sprawdzonej i w pewnym przedziale wokół tej temperatury (ok.  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ), dla ustalonych warunków pracy (temperatura otoczenia, nastawy wentylatora i kominka) **rozkład temperatury jest stały**.

Rozkład temperatury jest **trzecim** zjawiskiem korzystającym z dopuszczalnej tolerancji.

Aby przeprowadzić pomiar rozkładu temperatury, warunki w badanym obiekcie muszą być stabilne ! Powstaje naturalna sprzeczność interesów pomiędzy wydajnością pomiarów (Zleceniobiorca) a ich wiarygodnością (Zleceniodawca)! Zleceniodawca powinien móc ocenić trafność wyboru podzakresu do obliczeń dokonanego przez Zleceniobiorcę np. na podstawie wykresu

## 2.4 Czas dochodzenia

Próbki badane muszą przebywać w zadanej temperaturze przez czas określony w procedurze badawczej. Czas inkubacji jest tolerowany. Tolerancja uwzględnia fakt powrotu inkubatora do zadanej temperatury po wprowadzeniu zakłócenia. Czy tolerancja przewidziana w procedurze jest wystarczająca ? Przeczucie mówi, że tak ... ale ...

Wyznaczenie czasu dochodzenia wymusza quasi-ciągły pomiar i rejestrację temperatury. Pomiar taki można zrealizować np. przy pomocy istniejącego systemu rejestracji (pod warunkiem, że odczyty są częste - przynajmniej 1 raz na minutę). Problemem jest jednak wybór punktu, w którym należy mierzyć temperaturę. Można bowiem przypuszczać, że w każdym z punktów temperatura osiągnie granicę dopuszczalnej tolerancji po innym czasie.

Po umieszczeniu termometrów w badanym urządzeniu, jego praca zostaje silnie zakłócona. W zależności od:

- różnicy temperatur pomiędzy obiektem badanym a otoczeniem,
- wielkości i sposobu rozmieszczenia wsadu
- rozwiązań konstrukcyjnych, nastaw i sposobu działania regulatora

obiekt badania powraca do stabilnych parametrów pracy przez różny czas. Często czas przywrócenia stabilnych warunków jest nieoczekiwanie długi.

## 2.5 Wizualizacja przebiegu badania

Wizualizacja nie jest parametrem, jest raczej sposobem poznania własnych inkubatorów, sposobem oceny wykonanych pomiarów kwalifikacyjnych. Na wykresie widać wyraźnie czas dochodzenia. Gdy zaznaczono przedział stabilności temperatury, łatwo jest ocenić czy pomiary wykonane zostały w sposób wiarygodny i czy badane urządzenie pracuje zgodnie ze specyfikacją.

## 3 Procedura badawcza

Procedura badawcza to punkt wyjścia. Musi pozwalać na możliwie sprawne i niezakłócone uzyskanie wiarygodnych wyników, uwzględniając przy tym specyfikę badanego procesu i możliwości urządzeń pomiarowych pozostających w dyspozycji badacza. My doskonalimy zarówno aparaturę jak i procedurę od kilkunastu lat i stale znajdujemy pole do dalszych działań.

### 3.1 Wymagania ogólne

Podstawowe informacje - temperatura inkubacji, graniczne wartości odchyłek od temperatury inkubacji oraz czas inkubacji - znajdziemy w odpowiedniej normie przedmiotowej lub procedurze badawczej.

Charakter kwalifikowanych urządzeń powoduje, że pomiar temperatury i jej rozkładu musi być:

- a. wykonany jednocześnie we wszystkich badanych punktach
- b. wykonany po odzyskaniu stabilności przez badane urządzenie
- c. długotrwały, tak aby wyeliminować wpływ naturalnej oscylacji temperatury powodowanej przez regulator, na uzyskaną wartość średnią

Wizualizacja zmian temperatury w urządzeniu po wprowadzeniu zakłócenia oraz w czasie pracy stabilnej, wymaga szybkiego zbierania, rejestracji i analizy bardzo dużych ilości danych.

#### ***Jak my to robimy ...***

- *miar trwa co najmniej 60 minut (standardowo 90 – 120 minut lub dłużej, w zależności od potrzeb),*
- *dane zbierane 6 razy na minutę (z możliwością nawet pięciokrotnego zwiększenia częstotliwości pomiarów)*
- *jednoczesny pomiar w maksymalnie 27 punktach badanego urządzenia*
- *co daje ...  $60 \times 6 \times 27$  ... czyli co najmniej 9720 wyników! Oczywiście wyniki podajemy w postaci syntetycznej, przetworzonej oraz jako prezentacje graficzne. Nie ma potrzeby samodzielnego interpretowania tysięcy liczb 😊*

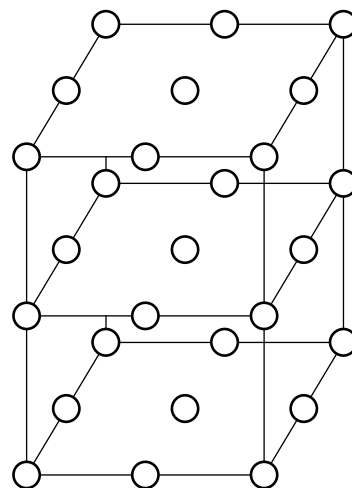
### 3.2 Procedura zgodna z PN-ISO 7218

Jedną z podstawowych norm, norma PN-ISO 7218 nie określa wprost wymagań dla urządzeń do inkubacji. Uważna lektura pozwala jednak bez problemu wywieść je z informacji pośrednich. Np. dla ciepłarki odpowiednie dane znajdziemy:

- a. ustalanie objętości roboczej (p. 5.8.1, 5.8.2) - objętość, w której spełnione są wymagania dotyczące wartości, stabilności i rozkładu przestrzennego temperatury. Im więcej punktów pomiaru, tym mapa temperatury bardziej precyzyjna a podejmowanie decyzji o ew. wyłączeniu obszarów z użytkowania łatwiejsze.
- b. stabilność temperatury (p. 5.8.4) - maksymalna zmienność temperatury w badanych punktach w czasie trwania inkubacji.
- c. rozkład przestrzenny temperatury (p. 5.8.4) - średnie wartości temperatur w badanych punktach w czasie trwania inkubacji; wygodną formą jest pokazanie odchyłek od temperatury odniesienia (temperatury nominalnej, temperatury średniej, temperatury w wybranym punkcie).
- d. maksymalne wykorzystanie przestrzeni (p. 9.3.4) - położenie punktów badanych w stosunku do ścian urządzenia; nie bliżej niż 25 mm. Na dystrybucję temperatury istotny wpływ ma również gęstość upakowania próbek badanych !

#### ***Jak my to robimy ...***

- *Pomiar w 9 punktach na każdej badanej płaszczyźnie - półce; 4 naroża, 4 środki boków, środek geometryczny*
- *Pomiar na 1, 2 (standard) lub 3 półkach - wg potrzeb Klienta*
- *Niezmienna odległość od ścianek zapewniona przez specjalne stelaże o małej masie - sondy pomiarowe nie mają kontaktu z metalowymi elementami komory, mierzone jest jedynie powietrze będące medium przekazującym ciepło do próbek*



### 3.3 Procedura zgodna z normami dla sprzętu

Producenci sprzętu do inkubacji bardzo często deklarują w dokumentach towarzyszących urządzeniom zgodność z normami. W przypadku ciepłarek i suszarek jest to zazwyczaj norma DIN-ISO 12880, dla łaźni wodnych norma DIN-ISO 12876. Zgodność jest rzeczą pożądaną pod warunkiem, że wymagania są zbieżne z

potrzebami. A producenci mają ... "swoje" normy ! Na czym polega różnica ?

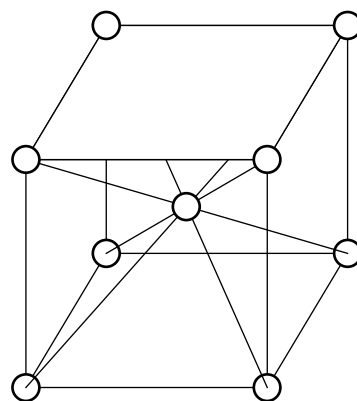
Pomiary wykonywane są:

- w pustym urządzeniu
- w punktach odległych od ścianek o 10% wymiaru (dla ciepłarek), 15% wymiaru (dla łaźni)
- łącznie w 9 punktach (4 naroża na górnej płaszczyźnie, 4 na płaszczyźnie dolnej oraz punkt umieszczony w środku geometrycznym badanego prostopadłościanu)

Nie trzeba się bardzo wgłębiać w opisane wyżej parametry aby stwierdzić, że warunki pomiaru są całkowicie różne od opisanych w punkcie poprzednim. Wyniki będą zapewne również różne. Nie lepsze ani nie gorsze. Inne ... bo dotyczą czego innego. Trzeba mieć tego świadomość.

#### ***Jak my to robimy ...***

- *Konfigurację  $4 \times 1 \times 4$  stosujemy jedynie dla urządzeń o bardzo małej objętości, urządzeń służących do długotrwałego przechowywania oraz łaźni wodnych (woda jest dużo lepszym przewodnikiem ciepła niż powietrze)*
- *Pomiar bez wsadu lub ze wsadem - wg potrzeb Klienta*
- *Niezmienna odległość od ścianek zapewniona przez specjalne stelaże o małej masie - sondy pomiarowe nie mają kontaktu z metalowymi elementami komory, mierzone jest jedynie powietrze będące medium przekazującym ciepło do próbek*



### **3.4 Uwzględnienie wymagań EA-04/10:2002**

Dokument EA-04/10:2002 wprowadza i porządkuje wiele problemów związanych m.in. z nadzorem nad urządzeniami do inkubacji i sterylizacji. Pewne stwierdzenia ww. dokumentu nie są w pełni jednoznaczne i pozostawiają pewne pole do spekulacji, tym nie mniej należy go traktować jako pozytywny krok porządkujący. Zapisy dokumentu mają stać się obligatoryjne w roku 2008, zatem czas najwyższy aby przygotować się do spełnienia jego wymagań.

Dokument uzupełnia wymagania normy PN-ISO 7218 o wyrażoną wprost konieczność określenia:

- a. parametrów urządzenia **wraz** ze wsadem oraz
- b. czasu dochodzenia do temperatury po wystąpieniu zakłócenia

Pierwszy z wymogów powoduje, że czas pomiaru wartości, stabilności i rozkładu temperatury istotnie się wydłuża. Wyniki nadające się do analizy pojawiają się przecież dopiero po ustabilizowaniu się temperatury a im większa masa do nagrzania tym dłuższy czas stabilizacji !

Drugi z wymogów wymusza quasi-ciągły pomiar i rejestrację temperatury.

***Jak my to robimy ...***

- *Pomiar czasu dojścia rozpoczyna się po umieszczeniu zestawów pomiarowych w badanym urządzeniu i trwa do momentu wykrycia stabilnej temperatury*
- *Całkowity czas pomiaru to 60 –120 minut ale dla chłodni z automatycznym rozmrażaniem czas wydłuża się do 4 - 6 godzin*
- *Pomiary wykonywane są co 10 sekund, dzięki czemu wykres jest ciągły i gładki*
- *Do analizy czasu dochodzenia brana jest średnia ze wszystkich badanych punktów oraz wyznaczany jest pas ufności (stabilności) temperatury w dowolnej chwili - wynik nie zależy od "nieszczęśliwego" wyboru punktu pomiarowego*
- *Z całego okresu pomiaru wybierany jest podzakres spełniający kryterium stabilności przez co najmniej 15 minut. Wyboru podzakresu do obliczeń dokonujemy na podstawie kryteriów statystycznych i weryfikujemy jego trafność na podstawie wykresu. Na wykresie umieszczone są 3 linie: temperatura średnia oraz linie górnej i dolnej granicy stabilności ( $P=0.95$ ). Ponadto znajdują się na nim 3 wskaźniki: moment dojścia, początek i koniec okresu wybranego do analizy temperatury średniej, jej stabilności i rozkładu.*

### **3.5 Specyficzne wymagania klienta**

Dzięki nowo opracowanym, automatycznym i wielokanałowym systemom pomiarowym jesteśmy w stanie spełnić różne dodatkowe oczekiwania naszych Klientów. Ograniczeniem jest jedynie wyobraźnia, potrzeba oraz ... odporność Państwa Księgowego ☺

## **4 Wyposażenie do pomiarów**

Pomiary parametrów urządzeń do inkubacji prowadzimy od wielu lat. Nasze doświadczenia pozwoliły nam na zaprojektowanie i zrealizowanie wyspecjalizowanych zestawów pomiarowych idealnie dopasowanych do obiektów badań. Systemy pomiarowe są niezawodne, szybkie, mogą magazynować olbrzymie ilości danych.

### **4.1 Konstrukcja**

Zestaw pomiarowy to jednostka centralna - mikroprocesor + pamięć o dużej pojemności - oraz 22 kanały pomiarowe. 18 kanałów pomiarowych używanych jest do pomiaru temperatury a pozostałe 4 do celów diagnostycznych. Dlaczego 18 a nie 9 ? Ponieważ dla

podniesienia poziomu bezpieczeństwa, zwiększenia dokładności i niezawodności pomiarów każdy punkt pomiarowy jest obsługiwany przez dwa niezależne, wzajemnie się nadzorujące czujniki. W badanym urządzeniu umieszczamy 1, 2 lub 3 zestawy pomiarowe. Po zakończeniu pomiarów zebrane w pamięci tysiące wyników są przekazywane do zewnętrznego komputera.

## **4.2 Obróbka danych**

Ocena setek, tysięcy a tym bardziej dziesiątków tysięcy danych nie byłaby możliwa bez elektronicznej techniki obliczeniowej. Zebrane dane są przekazywane do komputera a przy okazji sprawdzane na obecność błędów i niespójności wyników. Sprawdzane i uzupełniane są dane identyfikacyjne. Informacje o Państwa urządzeniach są bezpieczne i niezawodnie chronione.

Zebrane dane poddawane są analizie statystycznej w zakresie i w sposób uzgodniony w zleceniu. Dzięki autorskiemu oprogramowaniu Sprawozdania z pomiarów tworzone są szybko i bezbłędnie a ingerencja w ich treść jest ograniczona do minimum. Efektem końcowym są Sprawozdania w wersji "papierowej". Na żądanie dostarczane są dodatkowo Sprawozdania i dane źródłowe w postaci elektronicznej.

## **4.3 Spójność pomiarowa**

Wszystkie stosowane przez nas zestawy pomiarowe zapewniają spójność pomiarową. Dostarczane przez nie wyniki pomiarów są odnoszone do państwowego wzorca jednostki miary temperatury przy użyciu termometrów elektronicznych typu T-Set z czujnikami typu Pt-1000.

Mimo iż dla czynności sprawdzania nie jest wymagane ustalanie niepewności pomiaru, to parametr ten jest w naszym rozumieniu na tyle ważny, że jest wyznaczany dla wszystkich stosowanych roboczych zestawów pomiarowych. Niepewność pomiaru jest określona zgodnie z dokumentem EA-4/02.

## **4.4 Nadzór nad wyposażeniem kontrolno-pomiarowym**

Termometry wzorcowe oraz robocze zestawy pomiarowe znajdują się pod stałym nadzorem i są sprawdzane wielokrotnie częściej niż zalecają to standardowe.

Termometry wzorcowe są kalibrowane w zewnętrznym akredytowanym laboratorium pomiarów temperatury. Posiadają zawsze aktualne świadectwa wzorcowania dla zakresu od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+200^{\circ}\text{C}$ .

Robocze zestawy pomiarowe kalibrowane są przy użyciu termometrów wzorcowych wg naszych wewnętrznych, bardzo rygorystycznych procedur. Niepewność rozszerzona pomiaru temperatury zestawów roboczych wynosi  $\pm 0.20^{\circ}\text{C}$  ( $p=0.95$ ,  $k=2$ ) w całym zakresie.

## 4.5 Oprogramowanie

Zbieranie i obróbka danych jest całkowicie zautomatyzowana. Możliwe są pewne niewielkie ingerencje ze strony osób przetwarzających dane ale ograniczają się one do ewentualnego wykrywania i korygowania braków w danych identyfikacyjnych oraz zatwierdzania usunięcia wykrytych automatycznie błędów grubych.

Oprogramowanie zostało wielokrotnie i wszechstronnie zwalidowane.

## 5 Personel

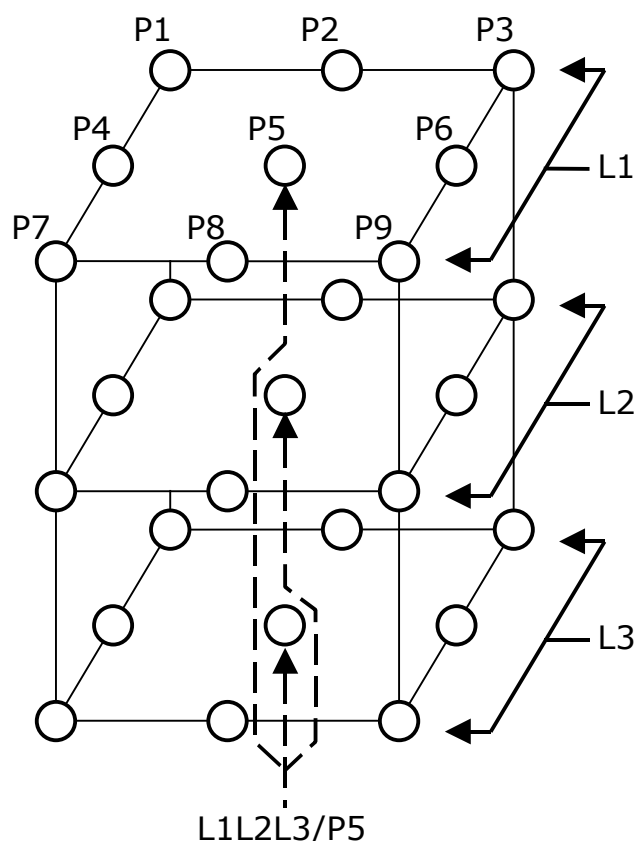
Do dyspozycji stawiamy całą naszą wiedzę i wieloletnie doświadczenie. Wszyscy nasi współpracownicy są kompetentni, otwarci na nowe wyzwania i kreatywni. Dbamy o ich systematyczne szkolenie. Prowadzimy wewnętrzne audyty i warsztaty doskonalące. Wyciągamy wnioski z wykonanych pomiarów tworząc jedyną w swoim rodzaju bazę danych gromadzącą cechy charakterystyczne urządzeń do inkubacji. Inkubacja nie ma przed nami tajemnic ! Albo dobrze je skrywa ☺

## 6 Oznaczenia punktów pomiarowych

Punktom pomiarowym przypisane zostały dwuczłonowe symbole. Pierwszy człon rozpoczyna się znakiem 'L'. Wskazuje, na której płaszczyźnie znajduje się punkt (1 - góra, 2 - środek, 3 - dół). Człon drugi, oznaczony znakiem 'P' pozwala zlokalizować punkt na płaszczyźnie. Odpowiednie symbole znajdują się w pobliżu odpowiednich wyników. Ich odnalezienie nie powinno być problemem.

Środek geometryczny ma oznaczenie związane z ilością analizowanych poziomów a w części drugiej symbol 'P5', np. L1L3/P5 - średnia punktów centralnych płaszczyzn górnej i dolnej.

Punkt temperatury średniej ma podobny człon pierwszy a w części drugiej symbol 'P1...P9', np. L1L2L3/P1...P9 - średnia wszystkich punktów z płaszczyzny górnej, środkowej i dolnej.



## **7 Sprawozdanie z pomiarów**

Dowodem na przeprowadzenie badania jest Sprawozdanie z pomiarów. Staramy się aby było ono zawsze zgodne z aktualnie obowiązującymi zaleceniami a jednocześnie przekazywało wyniki w sposób pełny, zrozumiały i przejrzysty.

### **7.1 Identyfikacja dokumentu**

Na każdej stronie Sprawozdania znajdują się:

- a. logo, nazwa i adres firmy
- b. data wydania sprawozdania
- c. symbol i numer sprawozdania
- d. nr strony bieżącej i łączna liczba stron
- e. informacja o ograniczeniach kopiowania

### **7.2 Dane identyfikacyjne**

Pierwsza strona Sprawozdania zawiera dane identyfikujące:

- a. przedmiot badania;
- b. zleceniodawcę;
- c. nastawy obiektu;
- d. charakterystykę wsadu;
- e. warunki badania;
- f. procedurę badawczą;
- g. informację o spójności pomiarowej;
- h. sposób wyznaczenia niepewności pomiarów;
- i. datę badania;
- j. imię i nazwisko wykonawcy;



A Q U A L A B

ul. Marywilska 58  
03-042 Warszawa

tel: (0 22) 676 90 28

faks: (0 22) 676 92 82

e-mail: info@aqualab.pl

## Sprawozdanie z Pomiarów

Data Wydania:  
07/07/2007Nr Sprawozdania:  
SPR/DEMO/2007Strona:  
1/4

### OBIEKT BADANIA

*oznaczenie:* P/I/S-IV/RP  
*rodzaj:* cieplarka  
*model:* HOT-CELL 123  
*producent:* Therm-It Co.  
*nr seryjny:* HC 012345

### ZLECAJĄCY BADANIE

*nazwa:* Jack Daniels Company  
Soft Drinks Division  
*adres:* 12-345 Daniels City  
Jack Daniels Street 666

### NASTAWY OBIEKTU

*temperatura:* 37 °C *tolerancja:* ±1 °C  
*wentylator:* 100 % *kominek:* 0 %  
*uwagi:* –

### CHARAKTERYSTYKA WSADU

*opis:* szalki 90mm: 20 szt.  
szalki 130mm: 10 szt.  
*temperatura:* 22 °C  
*masa:* –  
*objętość:* –  
*uwagi:* –

### WARUNKI ŚRODOWISKOWE

*temperatura:* 22 °C

### METODA BADANIA

Jednoczesny, wielokrotny pomiar temperatury we wszystkich badanych punktach. Wyniki obliczeń i wizualizacje umieszczone w Sprawozdaniu. Procedura badania opisana jest w WZKART/001/07.

### SPÓJNOŚĆ POMIAROWA

Wyniki pomiarów zostały odniesione do państwowego wzorca jednostki miary temperatury przy użyciu termometrów elektronicznych typu T-Set (numery seryjne 200669 i 200670) z czujnikami typu Pt-1000; świadectwa wzorcowania odpowiednio 1048/2006 i 1049/2006.

### NIEPEWNOŚĆ POMIARU

Niepewność pomiaru została określona zgodnie z dokumentem EA-4/02. Podawane wyniki pomiarów temperatury obciążone są niepewnością rozszerzoną ±0.20°C, przy poziomie ufności 95% i współczynniku rozszerzenia k = 2.

### DATA BADANIA

14-06-2007

### BADANIE WYKONAŁ

Marek Oleksowicz

### 7.3 Informacje porządkowe

#### Parametry badania

- a. całkowity czas trwania pomiarów – od umieszczenia zestawów pomiarowych w urządzeniu do momentu wstrzymania pomiarów
- b. liczba badanych poziomów – w zależności od wyboru Klienta, pomiary prowadzone są na odpowiedniej liczbie płaszczyzn – półek;
- c. łączna liczba punktów pomiarowych – suma punktów na wszystkich płaszczyznach
- d. liczba pomiarów / punkt – liczba pomiarów zarejestrowanych w każdym z punktów pomiarowych od początku do końca sesji
- e. symbol graficzny zastosowanej konfiguracji pomiarowej.

#### Zakres danych wybrany do obliczeń

Po umieszczeniu zestawów pomiarowych w badanym urządzeniu, jego praca zostaje silnie zakłócona. Często czas przywrócenia stabilnych warunków jest nieoczekiwanie długi. Aby wykonać pomiar rozkładu temperatury, warunki w badanym obiekcie muszą być stabilne !

Zakres podawany jest jako numer kolejny pomiaru lub liczba pomiarów oraz czas liczony od początku pomiarów lub odstęp czasu.

- a. początek zakresu – pierwszy pomiar zaliczony do zakresu stabilnej pracy
- b. koniec zakresu – ostatni pomiar zaliczony do zakresu stabilnej pracy (zazwyczaj ostatni zarejestrowany pomiar ale nie jest to niepodważalną regułą)
- c. długość zakresu – liczba pomiarów (>90) i czas (>15 minut), dla którego prowadzone są obliczenia wartości średniej, stabilności i rozkładu temperatury.

### 7.4 Temperatury w punktach charakterystycznych

Dla każdego badanego obiektu wskazać można punkty charakterystyczne: środek geometryczny, punkt o skrajnej temperaturze („najzimniejszy” i „najcieplejszy”), punkt odniesienia wskazany arbitralnie przez Zleceniodawcę oraz nieistniejący, wirtualny punkt temperatury średniej.

Wartościom średnim odpowiednich temperatur ( $\bar{x}$ ) towarzyszą zakresy zmienności (stabilności) temperatury ( $\pm 2 \cdot s$ ).

Wartość temperatury średniej uzupełniona o zakres zmienności (stabilności), to nic innego jak syntetyczny wskaźnik określający rozkład temperatury w badanym urządzeniu.



07/07/2007

SPR/DEMO/2007

2/4

## Informacje Porządkowe

### Parametry badania

całkowity czas badania:	02:13:50
liczba badanych poziomów (półek, płaszczyzn):	2
łączna liczba punktów pomiarowych:	18
liczba pomiarów / punkt:	804



### Zakres danych wybrany do obliczeń – okres stabilnej pracy

	nr punktu	czas
początek zakresu:	300	00:49:50
koniec zakresu:	804	02:13:50
długość zakresu:	505	01:24:00

## Temperatura w Punktach Charakterystycznych

Wartość średnia ( $\bar{x}$ ) i stabilność ( $\pm 2 \cdot s$ ):	symbol punktu	$\bar{x}$	$\pm 2 \cdot s$
średnia ogólna	L1L3/P1..P9	36.9 °C	$\pm 0.4$ °C
w środku geometrycznym	L1L3/P5	36.8 °C	$\pm 0.3$ °C
w wybranym punkcie odniesienia	L1L3/P5	36.8 °C	$\pm 0.3$ °C
w punkcie „najcieplejszym”	L3/P6	37.2 °C	$\pm 0.1$ °C
w punkcie „najzimniejszym”	L1/P5	36.7 °C	$\pm 0.3$ °C

## 7.5 Rozkład temperatury

Po wyznaczeniu podzakresu stabilnej pracy, dla każdego z punktów pomiarowych obliczana jest wartość średnia temperatury. Wyniki obliczeń umieszczane są w odpowiednich polach tabeli rozkładu temperatury. Temperatury średnie obliczane są na podstawie pomiarów, których ilość jest wskazana w punkcie Informacje porządkowe -> Parametry badania -> Liczba pomiarów / punkt.

## 7.6 Rozkład temperatury względem punktu odniesienia

Zleceniodawca może ustalić punkt odniesienia dla obliczenia względnego rozkładu temperatur. Punktem odniesienia może być:

- a. temperatura nominalna
- b. temperatura średnia ogólna
- c. temperatura średnia w środku geometrycznym
- d. dowolny, wskazany punkt pomiarowy

Symbol wybranego punktu odniesienia widnieje w tytule tabeli. Wyniki obliczone jako

$$\Delta T_{Li/Pj} = T_{Li/Pj} - T_{ODNIESIENIA}$$

umieszczane są w odpowiednich polach tabeli.

Jeżeli Zleceniodawca nie ustali inaczej, to punktem odniesienia jest temperatura średnia ogólna.

Uwaga !

Tabele płaszczyzn, dla których pomiary nie były wykonywane pozostają niewypełnione.

Uwaga !

Każdej płaszczyźnie przyporządkowany jest symbol zestawu pomiarowego, przy pomocy którego zebrano dane. Pozwala to na pełną identyfikowalność i utrzymanie spójności pomiarowej.



07/07/2007

SPR/DEMO/2007

3/4

## Rozkład Temperatury

### L1 PŁASZCZYZNA GÓRNA

(symbol zestawu: ST005)

	Lewo		Prawo	
Tył	P1	36.9 °C	P2	36.8 °C
	P4	37.1 °C	P5	36.7 °C
Przód	P7	36.8 °C	P8	36.8 °C
	P3	37.1 °C	P6	37.0 °C
	P9	37.1 °C		

### L2 PŁASZCZYZNA CENTRALNA

	Lewo		Prawo	
Tył	P1	–	P2	–
	P4	–	P5	–
Przód	P7	–	P8	–
	P3	–	P6	–
	P9	–		–

### L3 PŁASZCZYZNA DOLNA

(symbol zestawu: ST006)

	Lewo		Prawo	
Tył	P1	37.0 °C	P2	36.9 °C
	P4	37.1 °C	P5	36.8 °C
Przód	P7	36.8 °C	P8	36.7 °C
	P3	37.1 °C	P6	37.2 °C
	P9	36.9 °C		

## Rozkład Temperatury względem Punktu L1L3/P5

### L1 PŁASZCZYZNA GÓRNA

(symbol zestawu: ST005)

	Lewo		Prawo	
Tył	P1	0.2 °C	P2	0.0 °C
	P4	0.3 °C	P5	0.0 °C
Przód	P7	0.0 °C	P8	0.1 °C
	P3	0.3 °C	P6	0.3 °C
	P9	0.3 °C		

### L2 PŁASZCZYZNA CENTRALNA

	Lewo		Prawo	
Tył	P1	–	P2	–
	P4	–	P5	–
Przód	P7	–	P8	–
	P3	–	P6	–
	P9	–		–

### L3 PŁASZCZYZNA DOLNA

(symbol zestawu: ST006)

	Lewo		Prawo	
Tył	P1	0.2 °C	P2	0.1 °C
	P4	0.4 °C	P5	0.0 °C
Przód	P7	0.0 °C	P8	0.0 °C
	P3	0.3 °C	P6	0.5 °C
	P9	0.2 °C		

## **7.7 Wizualizacja przebiegu temperatury**

Pomiar parametrów inkubatora jest tajemniczy dopóki nie zostanie przedstawiony w postaci wykresu. Na diagramie wyraźnie widać całą złożoność pracy urządzenia. Czas osiągania temperatury założonej staje się namacalny. Okres stabilnej pracy łatwy do wskazania. Ten wykres, to jedyne narzędzie Zleceniodawcy pozwalające na ocenę rzetelności wykonanych pomiarów ! Podstawowe kryteria oceny to:

- a. całkowity czas trwania badania – musi być istotnie dłuższy od czasu przywracania warunków stabilnej pracy
- b. wybór podzakresu stabilnej pracy – szerokość pasa zmienności temperatury (linie kropkowane) musi być stała lub nieistotnie zmienna lub występująca zmienność musi wynikać z cech urządzenia do inkubacji a nie ze skrócenia czasu pomiaru

## **7.8 Czas dojścia**

Nowy parametr wskazany w dokumencie EA-04/10:2002. Jego wyznaczenie jest możliwe jedynie w sposób przybliżony. Nie oznacza to, że jest on zbędny. Szczególnie w urządzeniach o dużych gabarytach czas ten może być niepokojąco długi. Może się okazać, że nawet wydłużenie czasu inkubacji o pełną wartość tolerancji nie gwarantuje inkubacji przez zadany czas w założonych warunkach. Aby uniknąć wpływu przypadkowego wyboru punktu pomiaru, czas dojścia określamy dla temperatury średniej ogólnej. Parametr jest wyznaczany dla momentu gdy średnia temperatura osiągnie odpowiednią granicę tolerancji temperatury nominalnej (dolną dla inkubacji w temperaturze powyżej otoczenia i górną dla inkubacji w temperaturze poniżej temperatury otoczenia). Dla temperatur inkubacji bliskich temperaturze otoczenia, wyznaczanie czasu dojścia nie ma sensu i nie jest wykonywane.

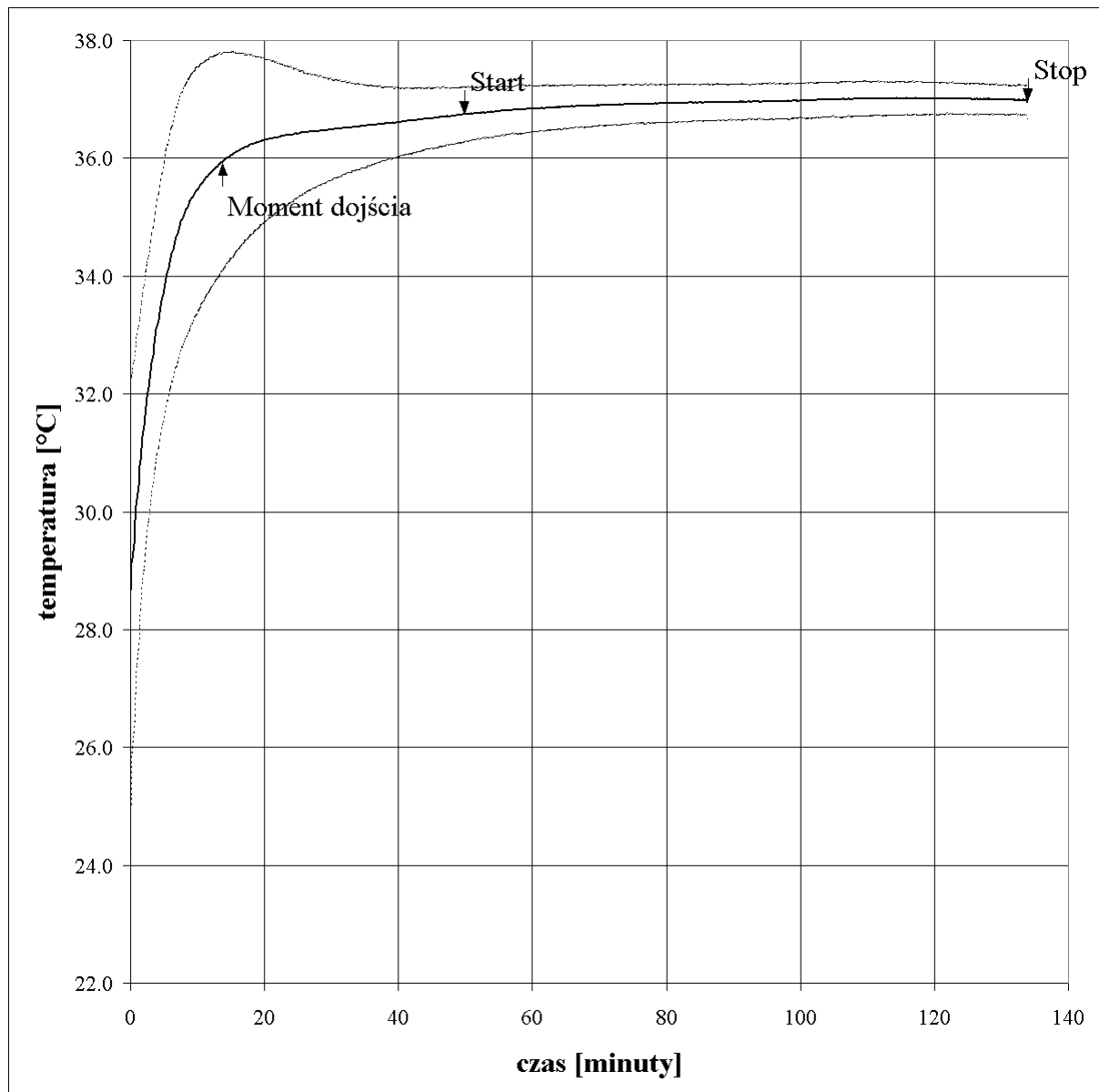
## **7.9 Inne dane**

Zawartość Sprawozdania może być uzupełniona opcjonalnie o inne, wskazane przez Zamawiającego dane i wizualizacje. Nie ma przeszkód by wyniki były prezentowane z rozdzielczością 0.01°C, by okres stabilnej pracy był przedstawiony na dodatkowym wykresie o zoptymalizowanej podziałce pionowej. Jesteśmy otwarci na Państwa sugestie.



## Temperatura Średnia Ogólna względem Czasu

liniami kropkowanymi zaznaczono zakres zmienności temperatury (P=95%, k=2) w całym obiekcie



### Czas Dojścia Do Temperatury ...

$T_{\text{NOM}}^1 = 37 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

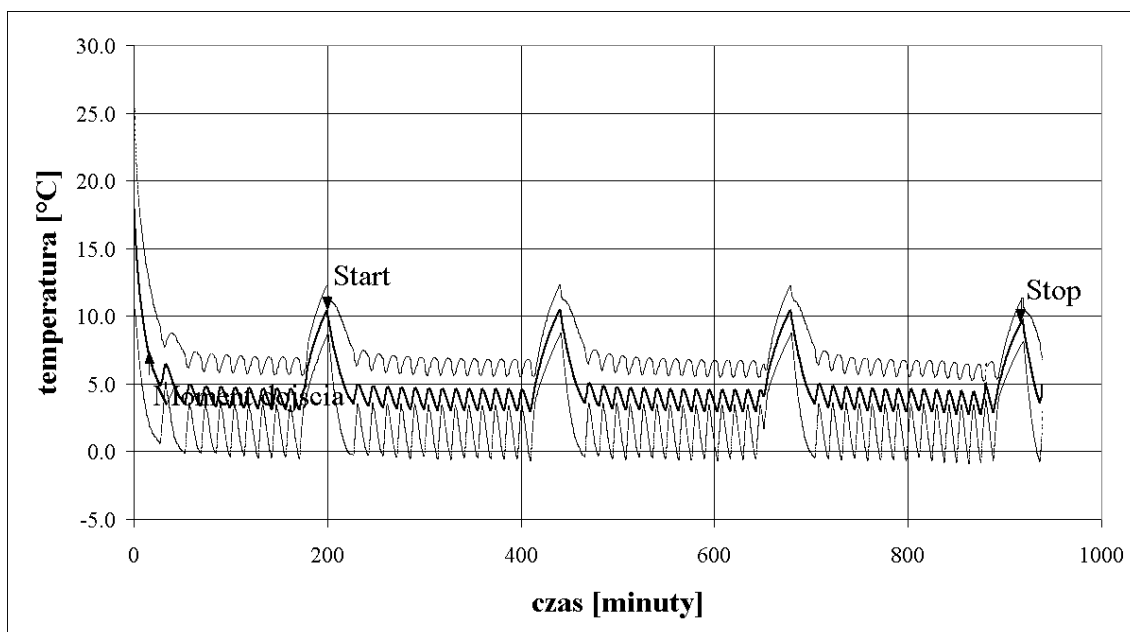
Czas dojścia: 14 minut

## 8 Przykłady

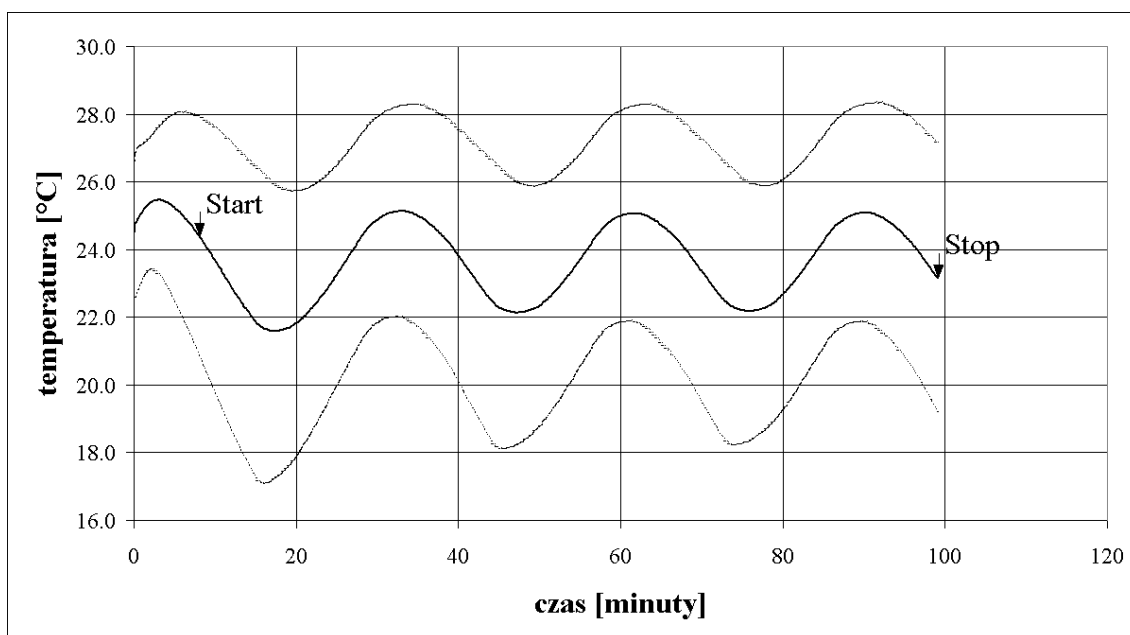
To wszystko co napisaliśmy dotychczas może sprawiać nieco „teoretyczne” wrażenie. Korzystając z doświadczeń jakie już za nami, postanowiliśmy nagrodzić tych z Państwa, którzy wytrwale dobrnęli aż do tego miejsca. Garść, mamy nadzieję pouczających przykładów ...

### Bujać każdy może ...

Urządzenie do inkubacji charakteryzować się powinno stałością wybranej temperatury ... chyba, że automatycznie się rozmraża

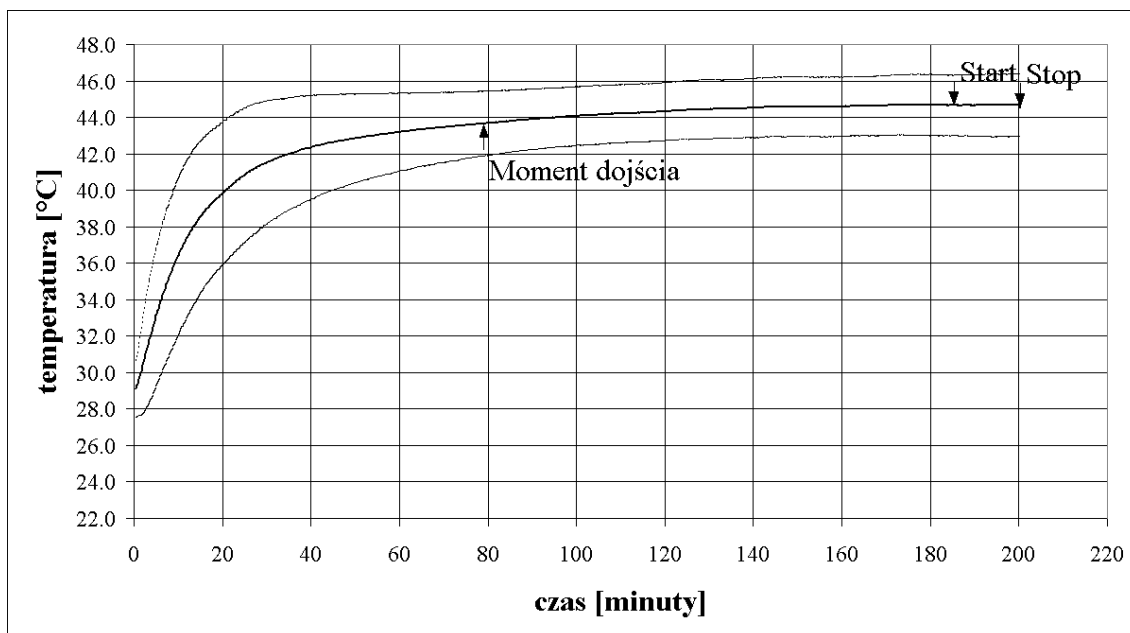


ale może być znacznie gorzej ... (miało być  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ )



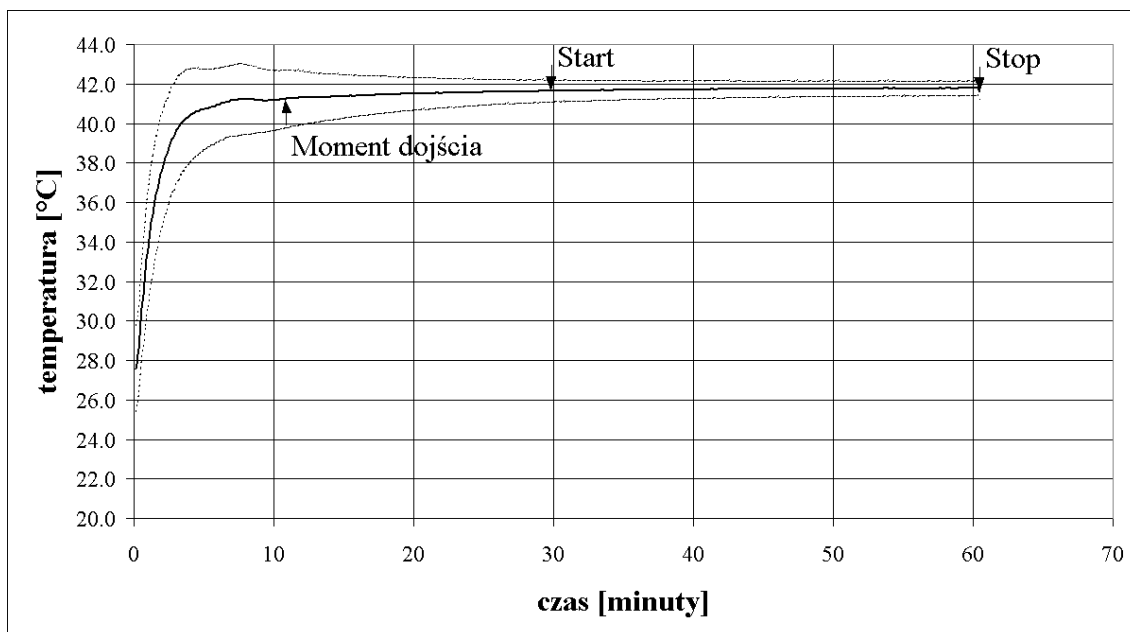
## Wolno, coraz wolniej

Urządzenia do inkubacji powinny szybko reagować na zakłócenia...



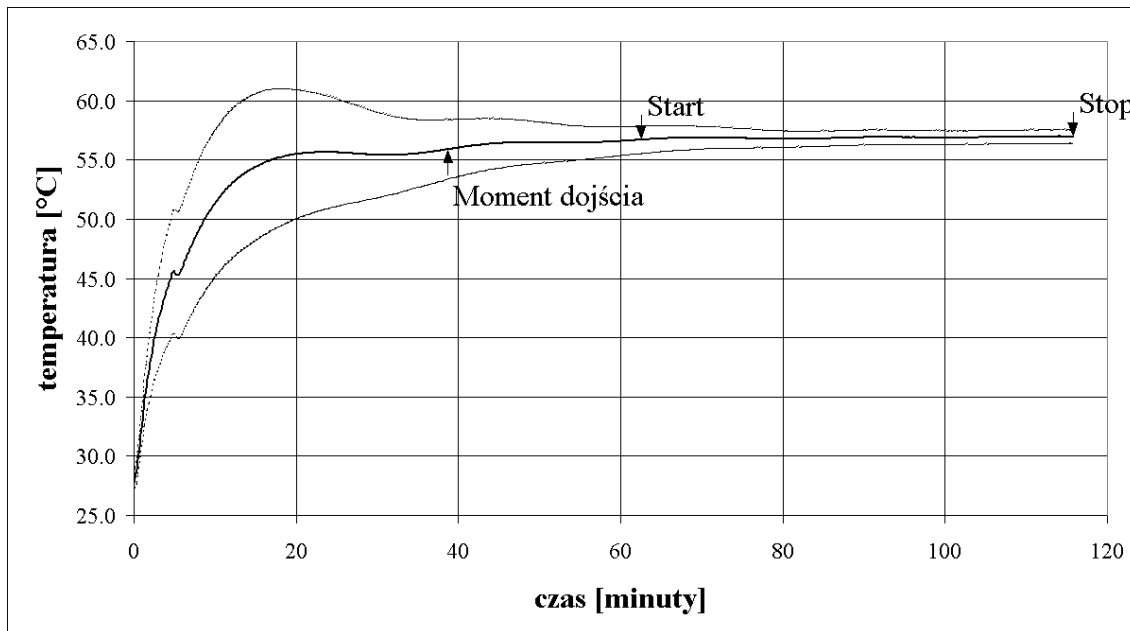
szczególnie gdy czas inkubacji jest krótki (tu:  $24 \pm 1$  h) a dopuszczalna tolerancja jest niewielka (tu miało być  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ )

na szczęście niektóre urządzenia potrafią zachować się tak ...

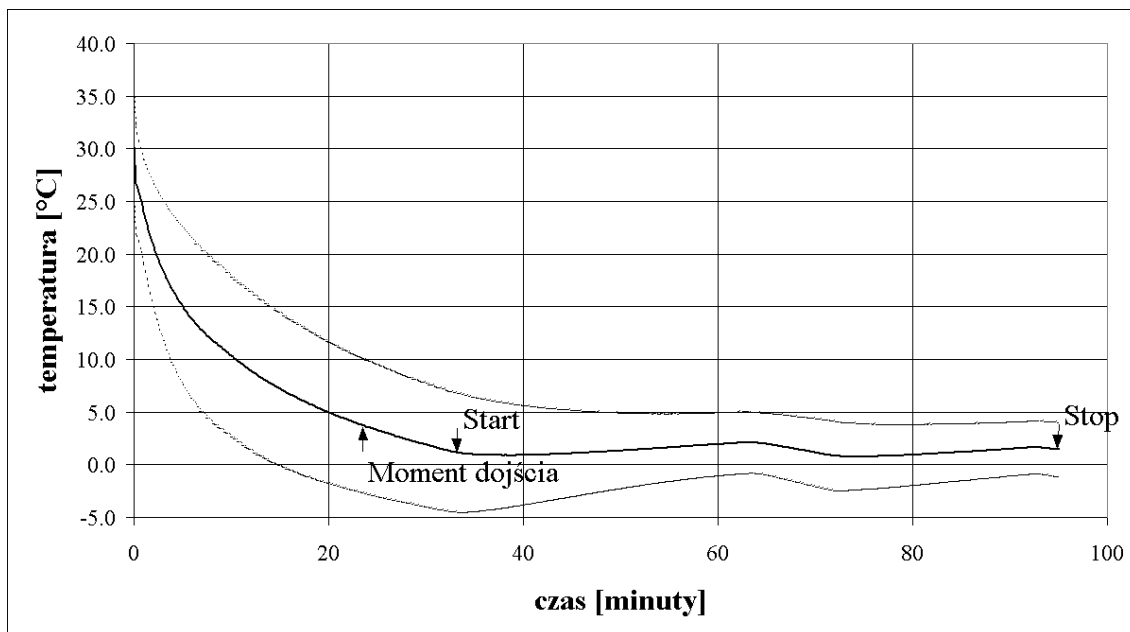


## Ciepło - zimno

Urządzenia do inkubacji powinny gwarantować, że próbki nie zostaną ani przegrzane ... (miało być  $56^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ )



ani przechłodzone ... (zamrażanie niewskazane, miało być  $3^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ )



## 9 Wybór cieplarki

Zgromadzona przez nas wiedza i doświadczenia powodują, że wielokrotnie jesteśmy pytani o producentów i typy urządzeń godnych polecenia. Nie możemy i nie chcemy odpowiadać na te pytania wskazując konkretne modele. Decyzja zależy bowiem od bardzo wielu czynników, głównie związanych z przeznaczeniem wybranego urządzenia. Jednocześnie staramy się obiektywnie oceniać badane urządzenia i tworząc sprawozdanie **nigdy** nie zwracamy uwagi na markę a jedynie na uzyskiwane wyniki pomiarów.

Decyzję o wyborze cieplarki można porównać do kupna nowego auta. Początkowo liczy się pierwsze wrażenie, erudycja sprzedawcy, tajemniczy błysk lakieru ☺ ale to wszystko przestaje być ważne w trakcie kilkunastu lat użytkowania. Na pierwszy plan wychodzą niezawodność i ergonomia obsługi. Dlatego przed zakupem należy dokładnie określić oczekiwania i kryteria oceny jakim urządzenie powinno sprostać:

- **objętość robocza**, tzn. objętość, w której producent gwarantuje zachowanie deklarowanych parametrów technicznych. Wg normy DIN-ISO 12880 jest to 51.2% objętości całkowitej, deklarowanej przez producenta (cieplarka o objętości całkowitej 125 dm<sup>3</sup> ma objętość roboczą zaledwie 64 dm<sup>3</sup>). Poza tym obszarem cieplarka może, ale nie musi spełniać parametrów technicznych i nie będzie to powodem do uznania reklamacji
- **temperatura pracy** – musi być o ok. 5°C powyżej spodziewanej najwyższej temperatury w pomieszczeniu (proszę pamiętać, że klimat się systematycznie ociepla ☺). Jeśli konieczna jest inkubacja poniżej temperatury otoczenia, to cieplarka powinna być wyposażona w chłodzenie (znacząca różnica w cenie)
- jeśli czas dochodzenia do temperatury stabilnej ma znaczenie (proces inkubacji jest krótki a tolerancja czasu mała), to cieplarka powinna posiadać **wymuszony obieg powietrza** (wentylator), bardzo wskazane by miała jednocześnie możliwie małą pojemność
- najlepsze **rozkłady temperatury** uzyskiwane są zazwyczaj w cieplarkach o niewielkich pojemnościach, wyposażonych w wentylator
- jeśli próbki mają bardzo małą masę, np. saszki, to suszarka, jeśli jest wyposażona w wymuszony obieg powietrza, powinna pozwalać na rzeczywistą **regulację prędkości przepływu** a producent powinien określić parametry urządzenia w takich warunkach pracy

Dobry producent określa w danych technicznych swego wyrobu gwarantowaną stabilność, rozkład i przybliżony czas dochodzenia cieplarki do stanu stabilnego. Ale nawet gdy wszystkie parametry

techniczne będą spełniać nasze oczekiwania, to należy postawić dodatkowe pytania:

- dla jakiej temperatury są one podane i czy będą takie same w tej, w której chcemy pracować ?
- dla jakiej nastawy wentylatora są one podane ? Jeśli zastosowanie wymaga określonej prędkości lub co gorsza wyłączenia wentylatora, to parametry urządzenia w wymaganych warunkach pracy mogą znacząco odbiegać od deklarowanych
- czy parametry podane są dla cieplarki pustej ? – zapewne tak
- czy cieplarka z wymuszonym obiegiem powietrza ma sygnalizację awarii wentylatora ? Uszkodzenie wentylatora powoduje zazwyczaj radykalne pogorszenie parametrów i jest trudne do zauważenia
- czy wraz z urządzeniem producent dostarcza sprawozdanie z pomiarów, potwierdzające deklarowane parametry ?

## 10 Podsumowanie

Stabilny rozkład temperatury w urządzeniu do inkubacji uzyskiwany jest zazwyczaj po kilkudziesięciu (czasami po ponad 120) minutach od momentu wywołania zakłócenia - otwarcia drzwi, wstawienia nowego wsadu itp. Wykonanie kompletnego i wiarygodnego pomiaru w czasie krótszym niż 45 minut dla małych cieplarek z wymuszonym obiegiem powietrza i 90 minut dla małych cieplarek z obiegiem grawitacyjnym jest praktycznie nierealne. Konieczne jest wykonanie **jednoczesnego pomiaru** we wszystkich interesujących punktach, tak aby z jednej strony uzyskać **wiarygodne wyniki** a z drugiej wyłączyć urządzenie z normalnego użytkowania na możliwie **krótki czas**.

Uzyskiwane wyniki różnią się istotnie w zależności od nastaw urządzenia (temperatura, wentylator, kominek) oraz wielkości i sposobu umieszczenia wsadu.

Staramy się aby nasze pomiary oraz ich wynik - Sprawozdania - zawierały wszystkie potrzebne Państwu dane. By były obiektywne, wiarygodne i zgodne z aktualnymi wymaganiami oraz trendami mody akredytacyjnej ☺. Pracujemy nieustannie nad ich doskonaleniem. Będziemy wdzięczni za uwagi mogące pomóc nam w lepszym zaspokojeniu Waszych oczekiwań.

AQUA LAB

[www.aqualab.com.pl](http://www.aqualab.com.pl)