

# Profilowanie procesów lutowania w produkcji elektroniki

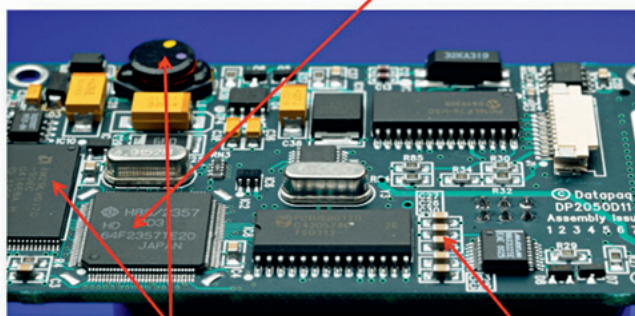
Datapaq to marka produktów o ponad 30-letniej historii, za którą kryją się urządzenia do pomiaru i analizy temperatury dla procesów elektronicznych. Dla wielu specjalistów jest ona synonimem jakości, niezawodności oraz łatwości użytkowania.

**W**ysoka jakość urządzenia elektronicznego jest wprost powiązana z małą liczbą defektów związanych z lutowaniem. Tym samym w procesie produkcji szczególnie ważne staje się zatem zdefiniowanie i kontrola profili lutowniczych. Działanie to wymaga posiadania dokładnych systemów do tworzenia i kontroli takich charakterystyk temperaturowych nie tylko podczas lutowania rozplwowego konwekcyjnego, ale również w oparach, lutowaniu na fali, procesach serwisowych, a także w coraz powszechniej stosowanym lutowaniu selektywnym. Wśród wymienionych metod lutowania najpowszechniejszą jest lutowanie rozplwowe w piecu konwekcyjnym.

Piec taki to zasadniczo zamknięta przestrzeń, z wnętrza której otrzymuje się głównie informację o temperaturze powietrza w jego wnętrzu (rys. 1). Jest to w praktyce tylko jedna z całego szeregu potrzebnych danych do kontroli procesu lutowania. Technolog zatem musi odpowiedzieć sobie na jedno podstawowe pytanie: skąd mieć pewność, że wszystkie elementy są lutowane właściwie?

Każda płytką, nawet najmniejsza, zawiera elementy, które różnią się masą cieplną, a tym samym różnią się pod względem szybkości nagrzewania i chłodzenia. Nie ma więc możliwości zastosowania jednego tylko profilu dla różnych

Niektóre elementy mają ograniczenia odnośnie maksymalnej temperatury



Większe elementy nagrzewają się wolniej

Mniejsze elementy nagrzewają się szybciej

Rys. 2. Przykładowa płytką PCB

płytek ani nie ma też możliwości posługiwania się danymi historycznymi, wykonanymi jednorazowo kiedyś. Istnieje zatem konieczność tworzenia każdorazowo

profilu lutowniczych i ciągłej ich kontroli. Działanie te to proces bardzo czasochłonny, który przyczynia się do powstania przestoju linii produkcyjnej i generuje niepotrzebne koszty. Aby te niedogodności ograniczać warto poznać możliwości kryjące się w rozwiązaniach firmy Datapaq.

Easy Oven Setup jest oprogramowaniem, które pozwala na analizę wszystkich krytycznych parametrów profilu temperaturowego. Poza standardową wizualizacją i szczegółową analizą danych oferuje również specjalne funkcje jak:

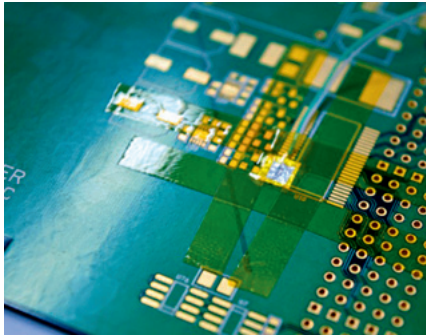
- pełną analizę procesu lutowania rozplwowego, jak również na fali,



Rys. 1. Piec rozplwowy ERSA



Rys. 3. Seria rejestratorów firmy Datapaq



Rys. 4. Fragment płytki z zamocowaną termoparą

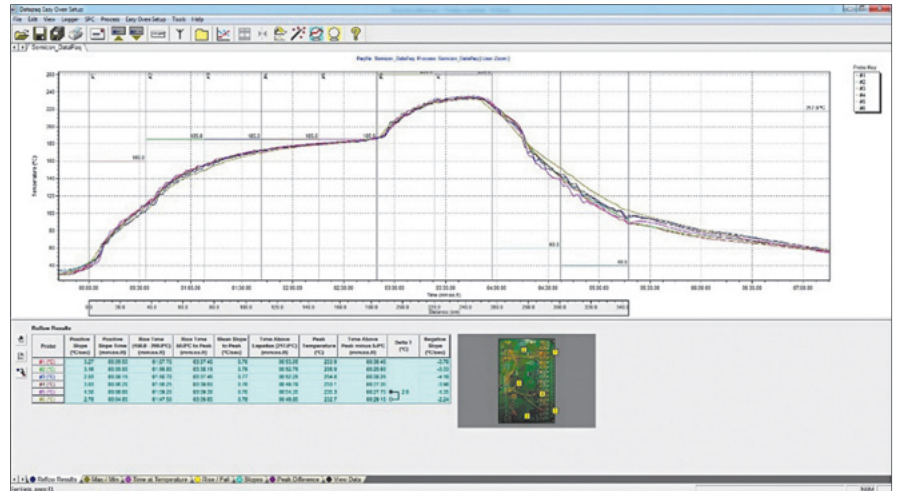
- określenie tolerancji dla każdej części profilu temperaturowego,
- budowanie profili lutowniczych,
- przewidywanie profili temperaturowych za pomocą wbudowanego modułu matematycznego,
- prostą analizę statystyczną procesu SPC.

Spośród wielu funkcji oprogramowania do testu wybrane zostały tylko te, które w sposób bezpośredni przyczyniają się do efektywniejszego tworzenia i szybszej kontroli procesu lutowania. W tym celu użyto płytki bez elementów (rys. 4), na której rozmieszczono 6 czujników temperatury.

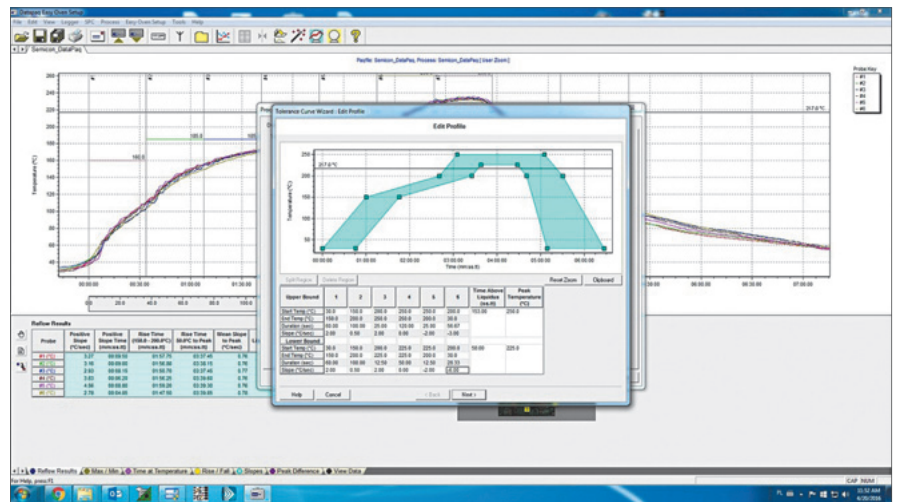
Na początku w programie wprowadzono niezbędne dane: liczbę stref w piecu, ich długość, prędkość transportu i temperatury na wszystkich strefach, w odniesieniu do których system będzie dokonywał późniejszej analizy. Dodatkowa możliwość umieszczenia zdjęcia badanej płytki i oznaczenia poszczególnych termopar na płytce (zgodnie z numerami wejść na rejestratorze) znacząco ułatwia i przyspiesza późniejszy proces analizy danych.

Na podstawie zarejestrowanych wartości temperatur z poszczególnych termopar program automatycznie rysuje wykresy temperaturowo-czasowe (rys. 5) i podaje podstawowe parametry profilu w krytycznych strefach procesu, tj.: dodatnie oraz ujemne nachylenie wykresu, czas aktywacji, czas powyżej temperatury rozplwy, temperaturę maksymalną ( $T_{max}$ ), czas powyżej temperatury maksymalnej minus  $5^{\circ}C$  ( $T_{max}-5^{\circ}C$ ) oraz maksymalną różnicę temperatur na płytce ( $\Delta T$ ).

Jednak przy częstych rejestracjach, analiza otrzymanych danych jest ciągle czasochłonna i aby zminimalizować czas i koszty z tym związane, można zdefiniować dopuszczalną tolerancję dla badanych parametrów profilu.



Rys. 5. Zarejestrowany profil lutowniczy

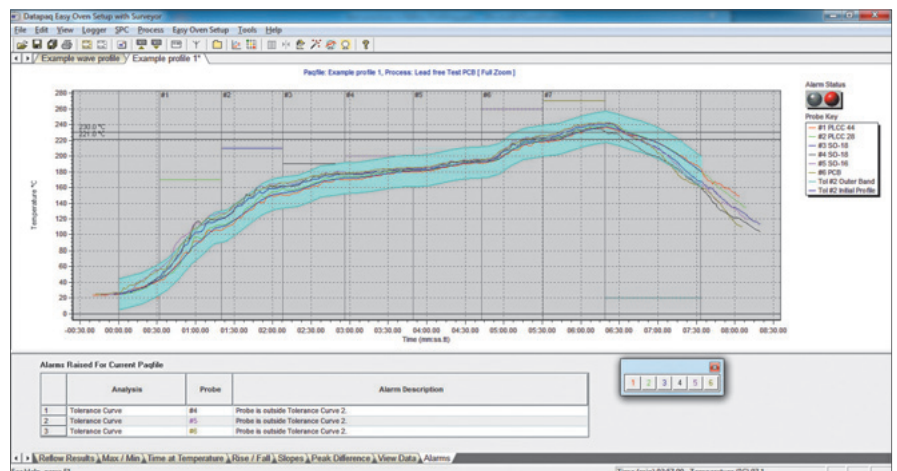


Rys. 6. Widok ustawień dla dopuszczalnej tolerancji profilu

### Dopuszczalna tolerancja

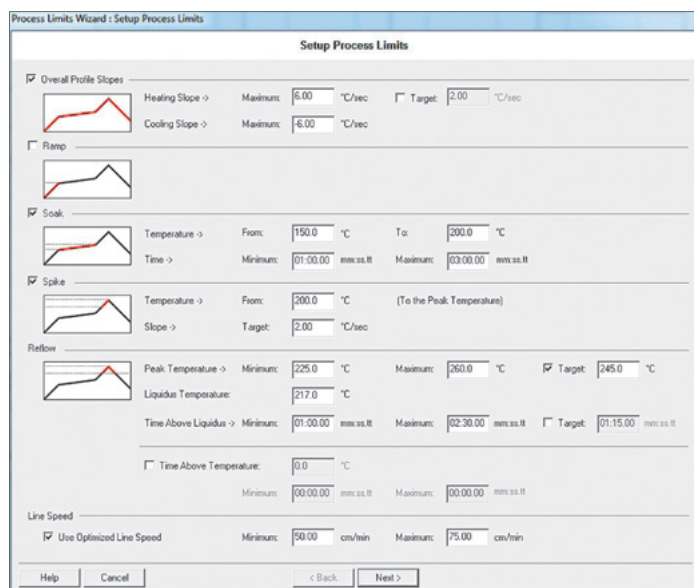
Dopuszczalną tolerancję określa się poprzez teoretyczne podanie minimalnych i maksymalnych parametrów profilu (rys. 6) lub na bazie jednej z uzyskanych krzywych profilu (rys. 7). W ten

sposób system porównuje otrzymane dane i w razie braku zgodności wskazuje te krzywe profilu, które nie odpowiadają założeniom. Jest to bardzo przydatna opcja wykorzystywana szczególnie do sprawdzenia profili, m.in. po prze-

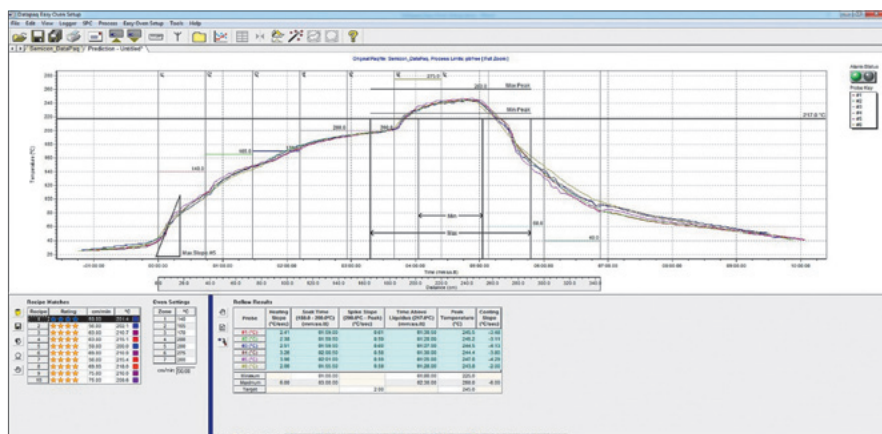


Rys. 7. Widok dopuszczalnej tolerancji według jednej z otrzymanych krzywych

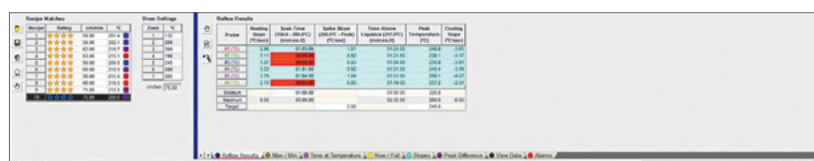




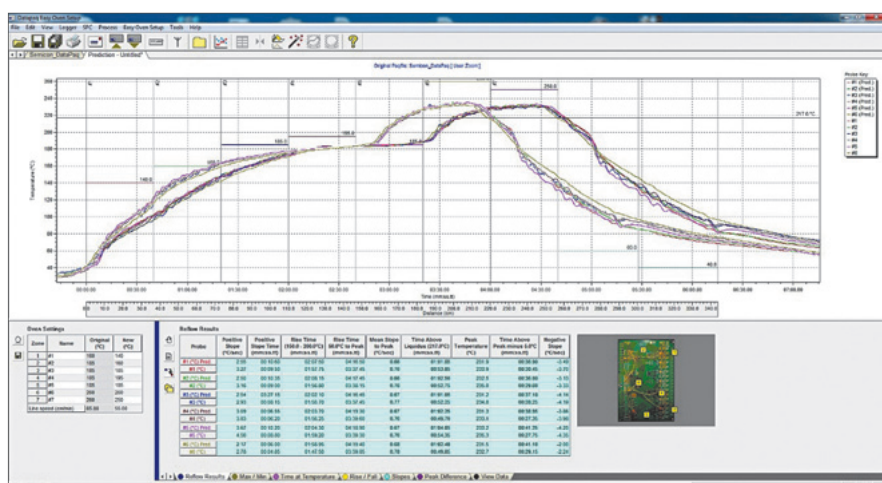
Rys. 8. Ustawione zakresy dla poszczególnych parametrów profilu



Rys. 9. 10 propozycji systemu ustawień pieca lutowniczego



Rys. 10. Wyróżnione dane poza szukanymi parametrami profilu



Rys. 11. Wyniki użycia funkcji przewidywania profilu

glądach serwisowych pieca lub w przypadkach, gdy płytki i elementy ze względu na swoją wielkość i masę są do siebie podobne. W innym przypadku konieczną jest analiza numeryczna.

## Budowanie profili

Kolejnym rozwiązaniem jest możliwość własnego zbudowania profilu poprzez ręczne wprowadzenie wartości dla poszczególnych jego parametrów. Mając zarejestrowany dowolny profil dla badanej płytki, można dopasować go do potrzeb i zadeklarować zakresy, w których powinien się on zawierać (rys. 8).

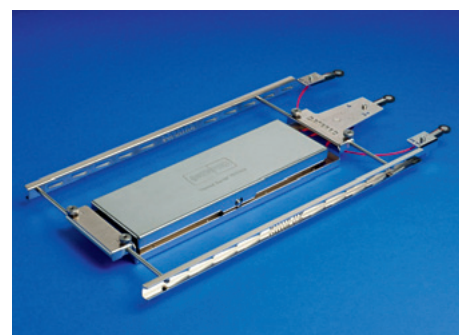
Dzięki użyciu funkcji Recipe predict program automatycznie dobiera odpowiednie ustawienia pieca, tak aby profil temperaturowy pieca spełniał możliwie najlepiej założenia. W wyniku analizy program podaje 10 sugerowanych ustawień pieca oznaczonych gwiazdkami (rys. 9). Im więcej gwiazdek, tym bardziej profil pasuje do szukanego.

Po wybraniu odpowiednich dla procesu lutowania ustawień pieca pozostaje tylko sprawdzenie, czy proponowany profil teoretyczny pokrywa się z rzeczywistością.

## Przewidywanie profilu

Najbardziej innowacyjną funkcją w programie jest przewidywanie profilu – Profile predict. Dzięki niej można poprzez dowolną zmianę parametrów pieca stworzyć kolejne teoretyczne profile. System, na podstawie już zarejestrowanego profilu, pozwala nam bez konieczności ponownego rejestrowania na zobrazowanie, jak poszczególne parametry pieca będą wpływały na nasz profil.

Na przykład zmieniając prędkość transportera widać, jak poszczególne wykresy poszerzają się i przemieszczają w stosunku do tych pierwotnie zarejestrowanych (rys. 11). W ten sposób można nie tylko obserwować zmiany, ale również odczytać wszystkie parametry



Rys. 12. Urządzenie Surveyor

**Oferta promocyjna leasing 105 % na 3 lata**  
miesięczna rata tylko 642,51 PLN netto, wpłata własna 10%

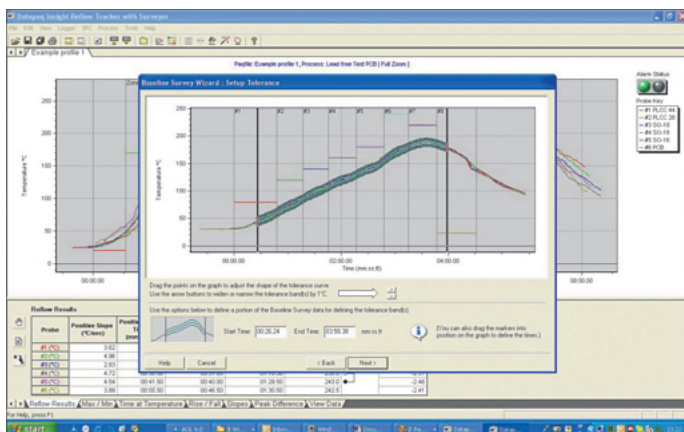
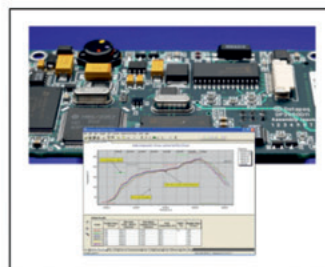
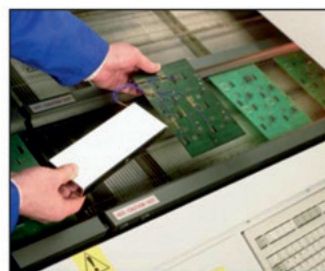
## Profilmierz DATAPAQ



Zestaw RTI-030-95 6 kanałowy system pomiarowy

Pakiet zawiera:

- ▶ **SW5860** oprogramowanie Insight: Software dla Reflow Tracker z opcją Easy Oven Set-Up zawiera Interfejs komunikacji, instrukcję obsługi oraz licencję.
- ▶ **TB2015** obudowa termiczna do profilomierza DG1860 o wysokości 25 mm wytrzymałość termiczna 13min@200°C  
wymiary: 25 mm (w) x 133 mm (sz) x 210 mm (dł), waga 0,7 kg
- ▶ **DQ1860** profilomierz Q18, 6 kanałów pomiarowych, termopary typ K, zakres temperatur pomiarowych -150°C - 1.370°C  
dokładność pomiaru ± 0,5°C, pamięć 26.000 odczytów na kanał, programowalny czas odczytu pomiarów. Interwał próbkowania 0,05 s - 10 min. komunikacja USB, wymiary 12 mm (w) x 106 mm (sz) x 150 mm (dł)
- ▶ **PA0210** termopara o dużej szybkości reakcji, długość 0,8 m.  
izolacja elastyczna PTFE, średnica przewodu - 0,2 mm, zakres pomiaru temperatur 0 - 265°C
- ▶ **CC0048** miękka walizka do przechowywania



Rys. 13. Ustalone tolerancje w wybranym profilu lutowniczym

nowego profilu, który następnie wystarczy tylko sprawdzić w rzeczywistości. Pomaga to zupełnie oddzielnie analizować i dopasowywać ustawienia pieca bez konieczności czasochłonnej i kosztownego blokowania całej linii montażowej.

### Stabilność procesu

Oprócz wspomnianych rozwiązań programowych, które wykorzystują zaawansowane funkcje w celu uzyskania optymalnych ustawień, istnieje potrzeba potwierdzenia, że wykorzystywany proces jest stabilny. Można to osiągnąć jedynie poprzez kontrolę profili w regularnych odstępach czasu. Główny problem polega na tym, że jeśli do tego celu używa się tylko jednej wzorcowej płytki, to na skutek jej degradacji wyniki pomiarów będą się pogarszać już po kilkunastu sprawdzaniach. Częsta wymiana płytek może okazać się zbyt kosztowna ze względu na użyte elementy. Rozwiązaniem tych problemów jest urządzenie do monitorowania procesów lutowania Surveyor. Zawiera ono regulowaną ramę, ustawialne czujniki pomiarowe oraz specjalne oprogramowanie do analizy – SPC Surveyor Analysis.

Oprogramowanie to zostało zaprojektowane szczególnie pod kątem obsługi dla operatorów, którzy nie mają często dostępu do danych procesu. Na początku technolog ustawia profil lutowniczy, następnie rejestruje profil i ustawia dopuszczalne tolerancje (rys. 13). Pozwala to prowadzić regularne kontrole. Prosty system informacji za pomocą czerwonego/zielonego sygnału pozwala łatwo ocenić, czy proces działa wg specyfikacji czy wymaga zmiany ustawień. Jakikolwiek zmiany w odczytach poza granicami tolerancji ustalonymi przez technologa procesu powodują alarm. W ten sposób wzorcowe płyta nie musi być wykorzystywana do regularnego profilowania, a tym samym nie ulegnie zbyt szybkiemu zniszczeniu. Możliwe staje się więc wykorzystanie jej w tworzeniu profili dla tego samego produktu, ale dla innego pieca.

Całość systemu Datapaq w połączeniu z ciekawym interfejsem i łatwą obsługą tworzy niezwykle funkcjonalne narzędzia, które pozwalają oszczędzić czas, pieniądze oraz zapewnić stałą jakość produktu końcowego.

*Piotr Ciszewski*  
kierownik montażu PCB w firmie Semicon

**PB Technik Sp. z o.o.**, ul. Zwolenńska 27, 04-761 Warszawa  
tel. 615 83 44, 615 81 90, faks 22 615 83 45  
info@pbtechnik.com.pl, www.pbtechnik.com.pl

**PB Technik Sp. z o.o.**  
ul. Zwolenńska 27, 04-761 Warszawa  
e-mail: info@pbtechnik.com.pl

tel.: (+ 48 22) 615 83 44, 615 81 90  
fax: (+ 48 22) 615 83 45  
www.pbtechnik.com.pl