

# Szablony laserowe w montażu płytek PCB

## Współczesne trendy w montażu elementów elektronicznych

*Technologia montażu powierzchniowego SMT (Surface Mount Technology) umożliwia uzyskanie największej gęstości upakowania podzespołów na płytce PCB. Jednym z etapów montażu powierzchniowego jest naniesienie pasty lutowniczej na płytkę drukowaną w miejscach wyznaczonych przez szablon. Jest to bardzo ważny proces, gdyż od niego zależy jakość połączeń lutowanych.*

### Montaż powierzchniowy elementów SMD

Obecna tendencja do miniaturyzacji sprzętu wymusza na producentach projektowanie płytek z podzespołami w obudowach o małych rastrach lub w obudowach typu BGA. Dla firm, które zajmują się profesjonalnie montażem jest to impuls by podnosić jakość oferowanych usług oraz do inwestowania w nowe, lepsze technologie.

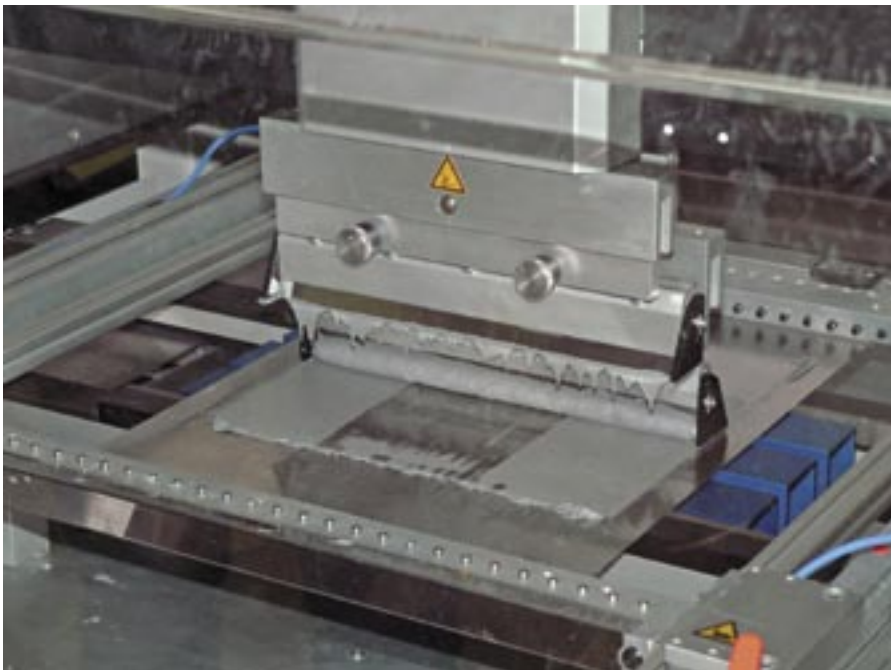
Przy montażu automatycznym SMT istotne są trzy podstawowe procesy technologiczne: nakładanie pasty lutowniczej, układanie elementów przez automat Pick&Place oraz lutowanie w piecu rozplywowym (*reflow*).

Pierwszym etapem w produkcji SMT jest nanoszenie pasty lutowniczej. Nałożenie pasty dokonywane jest przy użyciu szablonu, którego jakość jest kluczowym elementem w montażu

SMT. Na fot. 1 przedstawiono proces nakładania pasty na płytkę PCB.

Przed przylutowaniem, podzespoły utrzymywane są na płytce dzięki lepkości pasty lutowniczej. Roztopiona w piecu reflow pasta rozplywa się, a łączone powierzchnie zostają zwilżone spoiwem lutowniczym. Po opuszczeniu przez płytkę strefy wysokiej temperatury (do 260°C) tworzą się połączenia lutownicze.

Aby uzyskać prawidłowe połączenie podzespołów, należy starannie dobrać objętość pasty lutowniczej oraz nadać jej odpowiedni kształt na polu lutowniczym. Jakość połączenia lutowanego zależy więc od grubości oraz rozmiarów okien szablonu. Istotnym czynnikiem wpływającym na wytrzymałość i wygląd połączeń lutowanych jest proces uwalniania pasty z okien szablonu determinujący ilość i kształt pasty



Fot. 1. Nakładanie pasty na płytkę PCB z wykorzystaniem szablonu

osadzonej na polach lutowniczych. Proces uwalniania pasty staje się bardzo istotny przy małych rastrach elementów i zależy od wielu czynników, w tym od materiału, technologii wykonania i konstrukcji szablonu. Oprócz tego na jakość nadruku pasty wpływają: jej lepkość, zawartość i wielkość ziaren proszku lutu. Na rys. 2. przedstawiono parametry technologiczne wpływające na jakość nanoszenia pasty lutowniczej. Proces sitodruku generuje do 60% błędów w procesie montażu płytek.

Kluczowym dla jakości sitodruku jest poprawny projekt oraz precyzja wykonania szablonu.

### Projektowanie szablonów

Objętość nakładanej pasty zależy głównie od wymiarów okna i grubości szablonu. Po uniesieniu szablonu znad powierzchni płytki pasta powinna w całości zostać na polu lutowniczym. Zależne jest to od następujących czynników:

- współczynnika proporcji oraz kształtu okna szablonu,
- geometrii ścianek bocznych okna,
- gładkości ścianek bocznych okna,
- szybkości odrywania szablonu do płytki drukowanej.

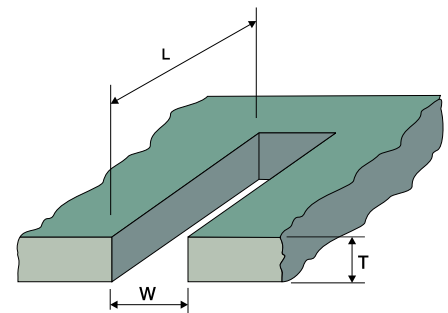
Na rys. 3 przedstawiono wymiarowanie okien szablonu. Efektywność transferu pasty przez okno szablonu określa się współczynnikiem proporcji okna szablonu i współczynnikiem kształtu.

Współczynnik proporcji okna szablonu (*Aspect Ratio*) wyraża się wzorem:

$$AspectRatio = \frac{W}{T}$$

natomiast współczynnik kształtu okna szablonu (*Area Ratio*):

$$AreaRatio = \frac{L \cdot W}{2 \cdot (L \cdot T) + 2 \cdot (W \cdot T)}$$



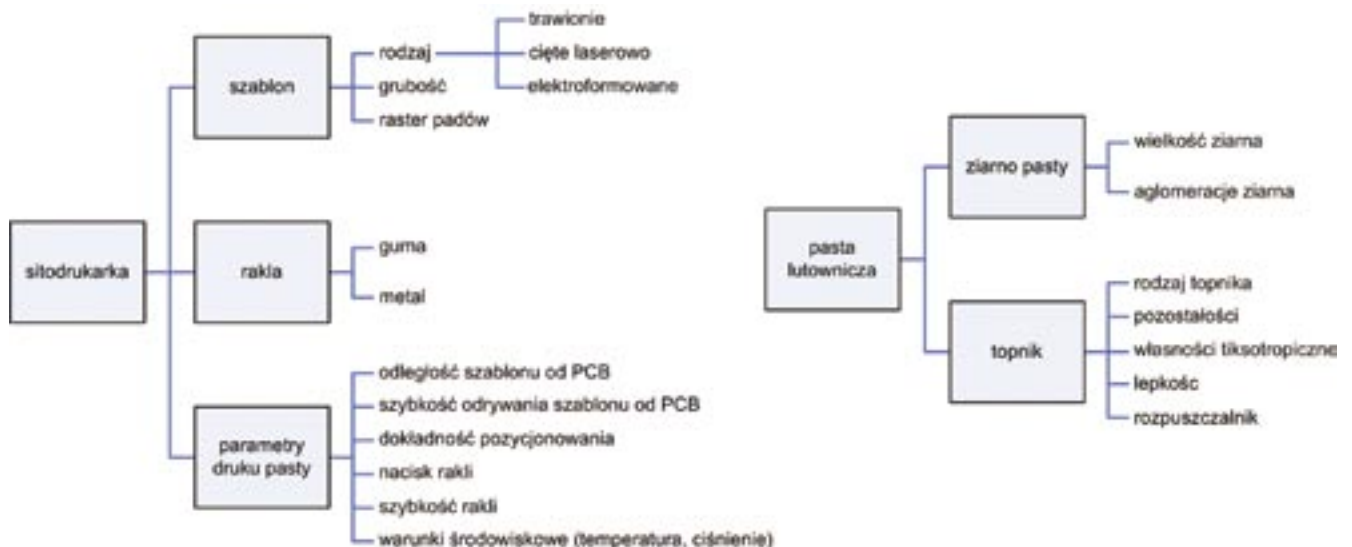
Rys. 3. Wymiarowanie okna szablonu

Zaleca się, aby współczynnik proporcji otworów w szablonie wynosił więcej niż 1,5 a współczynnik kształtu okna szablonu miał większą wartość niż 0,66.

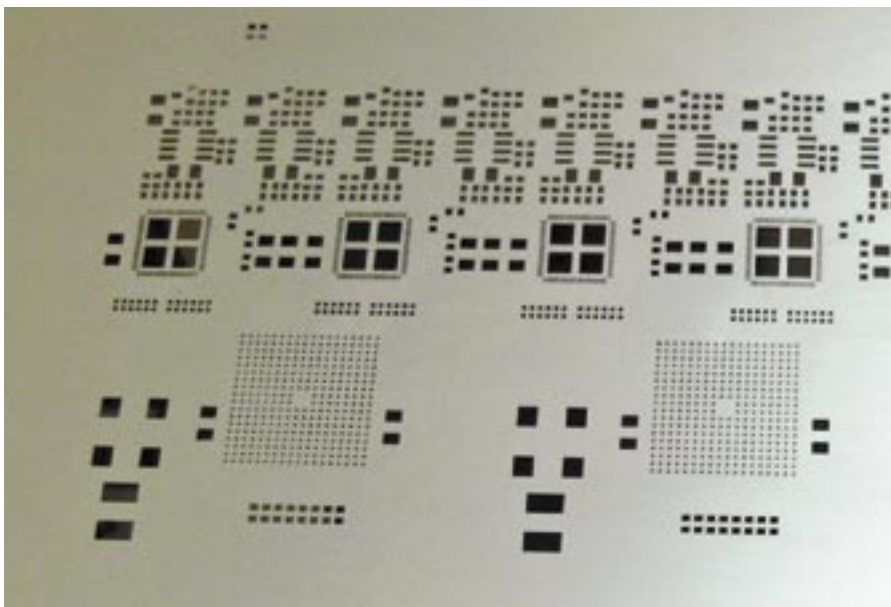
Otwory szablonu powinny mieć prostopadłe i możliwie gładkie ścianki. Gwarantuje to powtarzalność nanoszenia pasty lutowniczej na płytkę drukowaną.

Szablony są wykonywane w trzech technologiach: trawienia chemicznego, elektroformowania i cięcia laserowego. Szablony trawione chemicznie charakteryzują się kształtem otworu w postaci podwójnego stożka i są stosowane tylko w przypadku podzespołów o większych rastrach (>0,625 mm). Szablony laserowe wykonywane z hartowanej stali nierdzewnej charakteryzują się prostopadłymi i gładzyszymi ściankami niż trawione chemicznie. Stosuje się je przede wszystkim w montażu podzespołów o rastrze 0,5 mm i mniejszym (fot. 4). Technologia szablonów niklowych wykonywanych technologią elektroformowania wyróżnia się najgładzyszymi ściankami okien, jednak w porównaniu z szablonami laserowymi ich produkcja jest znacznie droższa. Istotną rolę dla tzw. „rolowania pasty”, czyli skuteczności uwalniania pasty z otworów ma rodzaj użytego materiału szablonu. Przewagę wykazują tu materiały o dużej zawartości niklu lub też czysty nikiel.

Jak wspomniano ilość pasty, która pozostaje na polu lutowniczym zależy od grubości



Rys. 2. Diagram parametrów wpływających na jakość nanoszenia pasty lutowniczej na płytkę drukowaną w zależności od parametrów a) sitodrukarki, b) pasty lutowniczej



Fot. 4. Szablon z blachy stalowej wycinany laserowo z oknami dla elementów w obudowie BGA



Fot. 5. Wycinanie otworów laserem w maszynie G6060

szablony, wielkości okna oraz od typu rakli i siły nacisku na nią. Grubość szablonu stosowanego przy nanoszeniu pasty lutowniczej jest więc dobierana zależnie od rozmiaru montowanych elementów oraz od rastra wyprowadzeń. W tab. 1 zestawiono zalecane grubości szablonu w zależności od rastra układu scalonego. Dla elementów typu fine-pitch stosuje się również lokalne pocienienia szablonu.

Tab. 1. Grubość szablonu w zależności od rastra układu scalonego	
Raster układu scalonego [mm]	Zalecana grubość szablonu [mm]
0,635	0,150...0,180
0,635...0,500	0,120...0,150
0,400	0,120
0,300	0,100

**Produkcja szablonów laserowych**

Szablony wycinane są przy pomocy skolimowanej wiązki laserowej o średnicy wiązki 30 µm. Przykładem nowoczesnej maszyny do wycinania szablonów SMT jest obrabiarka laserowa G6060 produkowana przez niemiecką firmę LPKF. Na fot. 5 przedstawiono widok pracującej maszyny. Przystosowana jest ona do wykonywania szablonów z cienkich hartowanych folii ze stali nierdzewnej o grubości do 600 µm. Maszyna G6060 charakteryzuje się nową konstrukcją układu cięcia laserem.

W odróżnieniu od starszych konstrukcji, gdzie laser YAG był pompowany światłem lamp ksenonowych, w nowej maszynie używany jest światłowodowy laser YAG. Dzięki temu jedynym elementem ruchomym urządzenia jest głowica lasera (a nie rama z zamocowaną folią stalową). Zastosowana technologia pozwala na zwiększenie szybkości wycinania szablonu, dokładniejsze pozycjonowanie otworów (±2 µm) oraz zapewniają powtarzalność wycinanych otworów ±2 µm. Urządzenie G6060 ma możliwość wycinania elementów z folii sta-

lowych oraz z folii metali trudno topliwych (Ni, Mo, Ta, Ti) o grubości do 300 µm.

**Maciej Gołaszewski, EP**  
 maciej.golaszewski@ep.com.pl

**Dodatkowe informacje**

SMT Service Sp. z o.o.  
 ul. Ezopa 71a, 04-805 Warszawa  
 tel./fax 022 615 27 05  
 email: szablon@smtservice.com.pl  
[smtservice.com.pl](http://smtservice.com.pl)

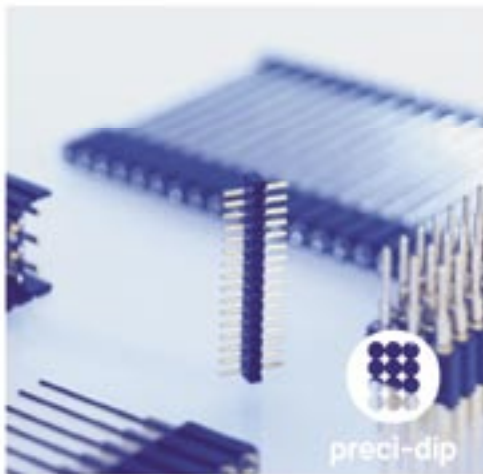
R E K L A M A

**Zegar z dwykanalowym termometrem**  
**AVT513**

AVT-Korporacja Sp. z o.o.,  
 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11  
 tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55  
 e-mail: handlowy@avt.pl

**www.sklep.avt.pl**





**SEMICON**<sup>®</sup>

**INNOWACYJNE PRODUKTY  
INNOWACYJNE TECHNOLOGIE**

ZAPRASZAMY NA NASZE STOISKO  
NA TARGACH AUTOMATICON 2009  
HALA 2, STOISKO F8



**SEMICON Sp. z o.o.**, ul. Zwolenńska 43/43a, 04 - 761 Warszawa  
tel. 022 615 73 71, 022 615 64 31, fax. 022 615 73 75  
email: [info@semicon.com.pl](mailto:info@semicon.com.pl) [www.semicon.com.pl](http://www.semicon.com.pl)