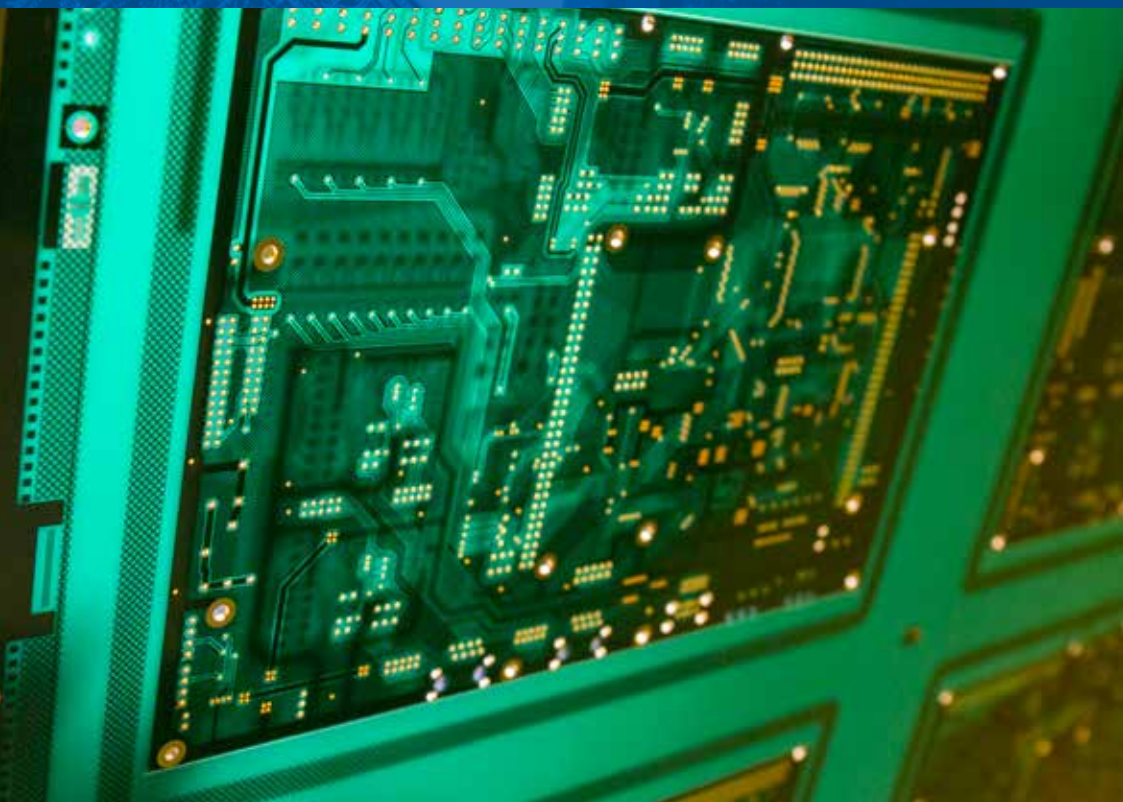
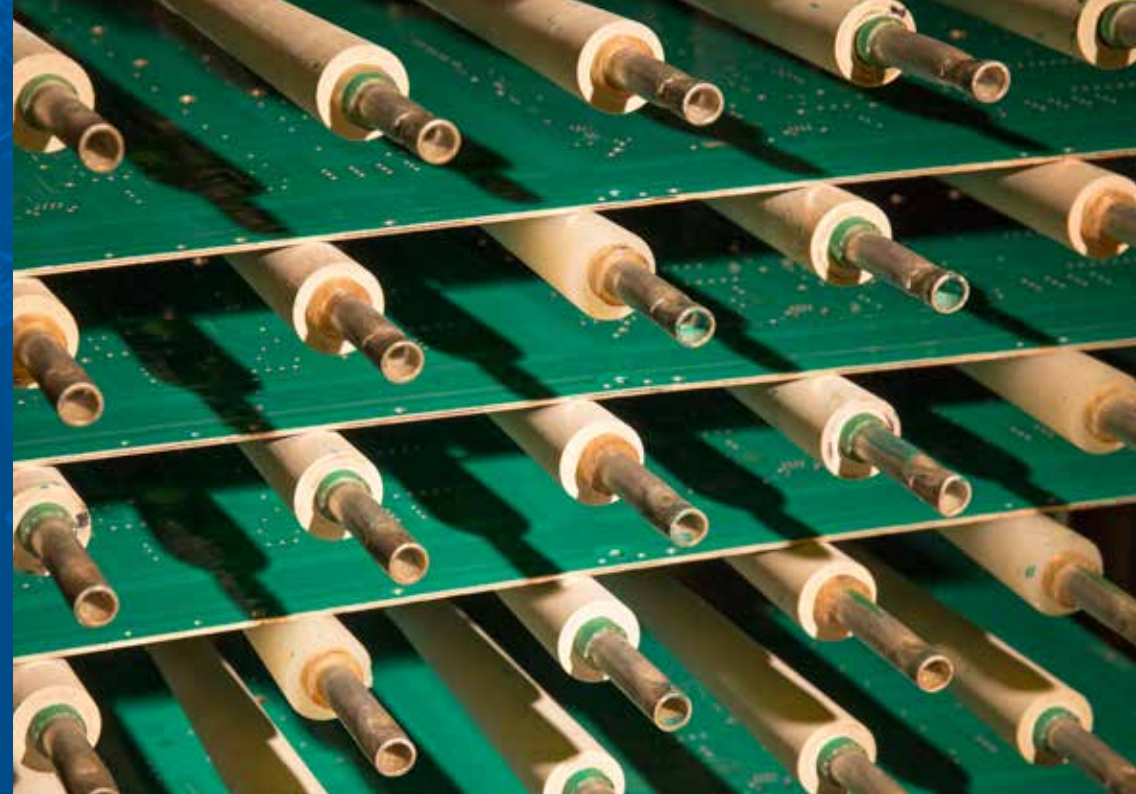


**Jak zapłacić  
mniej za PCB?**



**Optymalizacja  
dokumentacji**



[tspcb.pl](http://tspcb.pl)



# 5

Pierwszym etapem realizacji zamówienia jest przygotowanie dokumentacji produkcyjnej obwodu drukowanego. Precyzyjna i jasna dokumentacja gwarantuje otrzymanie obwodów zgodnych z założeniami konstrukcyjnymi, a każda nieściśłość powoduje wydłużenie czasu przygotowania obwodów do produkcji. Wyjaśnianie wątpliwości wymaga bowiem dodatkowych konsultacji, zarówno po stronie wykonawcy, jak i klienta.

Formaty plików

Parametry DRC

Przygotowanie obrysu oraz warstw opisowych

Obróbka mechaniczna

Przygotowanie i nazewnictwo plików warstw

## Formaty plików

Format **Gerber** jest standardem **dokumentacji produkcyjnej obwodów drukowanych**.

Umożliwia on wektorowy zapis obrazu warstw projektu: mozaik, masek, opisów.

Występuje w dwóch wersjach: starsza Standard Gerber (RS-274D oraz współczesna Extended Gerber (RS-274X/ RS-274X2).

Do zapisu parametrów obróbki mechanicznej (wiercenie, frezowanie) najczęściej wykorzystuje się format Excellon, w wersji 2.

Kompletny program dla operacji wiercenia lub frezowania CNC powinien zawierać:

- definicje średnic użytych narzędzi,
- informacje o formacie zapisu współrzędnych,
- informacje o użytych jednostkach miary.

Najpopularniejsze oprogramowanie **CAD PCB** (Altium Designer, Eagle, Protel) umożliwia eksport dokumentacji projektów do formatów Gerber i Excellon.

Większość producentów PCB preferuje formaty:

- Gerber RS-274X/ RS-274X2,
- Excellon2,
- RS-274D,
- Dynamic Process Format \*.dpf,
- GraphiCode GWK,
- ODB++,
- BRD (Eagle).

## Cechy poprawnie przygotowanej dokumentacji

Prawidłowo przygotowane projekty to takie, w których zawarte informacje są jednoznaczne oraz zgodne z możliwościami technologicznymi producenta PCB.

## DRC



Obszary niespełniające dopuszczalnych parametrów DRC

Przekroczenie dopuszczalnych parametrów DRC (ang. Design Rule Check) to błąd projektowy mogący uniemożliwić wykonanie obwodu. Determinują one możliwości technologiczne producenta w zakresie minimalnych dopuszczalnych szerokości elementów mozaiki (ścieżek, napisów), odległości pomiędzy nimi oraz rozmiarów pierścieni otaczających otwory.

Większość **programów CAD PCB** umożliwia konfigurowanie i przestrzeganie reguł DRC, tak by opracowywany projekt był zgodny z możliwościami producenta.

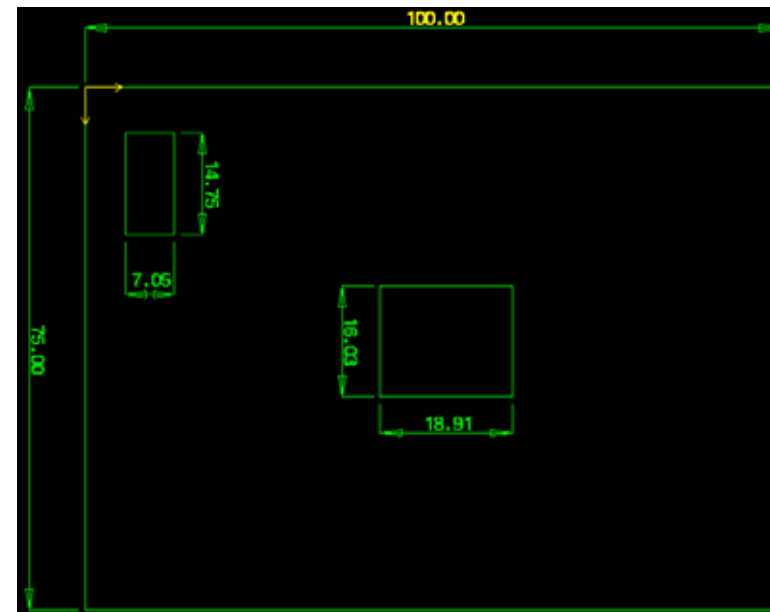
Podczas projektowania mozaiki należy pamiętać, że w procesie produkcyjnym szczególnie niebezpieczne są **wąskie wcięcia na powierzchni mozaik**. Obszary takie powinny być wypełniane, ponieważ zasada minimalnych dopuszczalnych odległości dotyczy także elementów mozaiki należących do tej samej sieci. Parametry DRC dotyczą również napisów umieszczanych na warstwach miedzi. Zbyt małe znaki mogą zostać strawione i ostatecznie okazać się nieczytelne.

## Obrys

Obrys obwodu powinien być umieszczany na osobnej warstwie, w formie zamkniętego konturu oraz bez offsetów względem pozostałych warstw.

Powinien on zawierać kształty i położenie wszystkich wycięć oraz szczelin, które należy wykonać w obwodzie.

Na warstwie obrysowej można umieszczać wymiarowanie obwodu łącznie z jego tolerancją, o ile różni się ona od typowej tolerancji producenta.



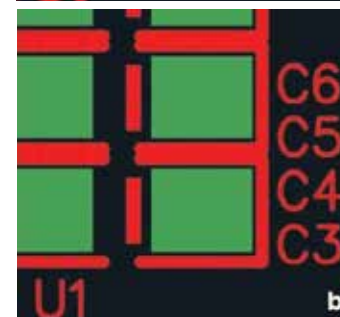
## Warstwy opisowe

Dla zapewnienia dobrej czytelności opisów konieczne jest zachowanie odpowiedniej wielkości znaków oraz grubości linii opisowej.

Optymalna wysokość znaków to co najmniej 1 mm, a minimalna grubość linii opisowej to 0,1 mm.



W przypadku opisów wykonanych nieproporcjonalnie grubą linią w stosunku do wysokości znaków, zmniejszenie grubości linii opisowej powoduje poprawę czytelności i przejrzystość napisów. Producenci PCB domyślnie usuwają opis z padów oraz innych obszarów obwodów niepokrytych maską, ponieważ farba na elementach lutowanych uniemożliwia prawidłowy montaż obwodu. Aby zredukować ubytki opisu spowodowanego przycięciem, projektant nie powinien umieszczać oznaczeń na punktach lutowniczych oraz otworach oraz zachować minimum 0,1 mm odległości linii opisowych od padów odstąpionych na masce antylutowicznej oraz otworów.



Grubość linii opisowej, a jakość opisu:

- a) opis linią 0,25 mm,
- b) opis linią 0,1 mm,
- c) widok opisu przyciętego przez pad SMD

## Obróbka mechaniczna

W projekcie obwodu drukowanego wszystkie otwory oraz szczeliny mogą zostać umieszczone w jednym programie wierceń. Istotne jest jednak jednoznaczne oznaczenie ich typów np. przez opisanie za pomocą komentarzy w programie wiercenia lub w dodatkowym dokumencie.

Zaleca się jednak aby podzielić otwory oraz szczeliny na osobne, odpowiednio nazwane programy wierceń. Dobrą praktyką jest również dostarczanie mapy wierceń na oddzielnej warstwie projektu.

### Warto pamiętać, że:

- podane średnice są traktowane jako docelowe, o ile w dokumentacji nie zostało wskazane inaczej,
- w przypadku ślepych oraz zagrzebanych przelotek ich programy wierceń należy umieszczać w osobnych plikach, odrębnie dla każdej głębokości. Niezbędne jest ponadto bezpośrednie wskazanie, które warstwy mają zostać połączone.
- należy zachować odpowiednią odległość mozaik od krawędzi obwodu oraz wycięt na płycie, ponieważ obróbka mechaniczna wykonywana jest z określoną tolerancją. W ten sposób można uniknąć uszkodzenia elementów mozaik, które znajdują się zbyt blisko krawędzi obwodu oraz ewentualnych przebieg pomiędzy warstwami.
- obszary frezowane na głębokość należy jasno zilustrować na odrębnym rysunku lub na warstwie z obrysem bądź osobnej warstwie, a także określić po której stronie obwodu oraz na jaką głębokości mają zostać wykonane. W podobny sposób należy określić występowanie metalizowanych krawędzi.



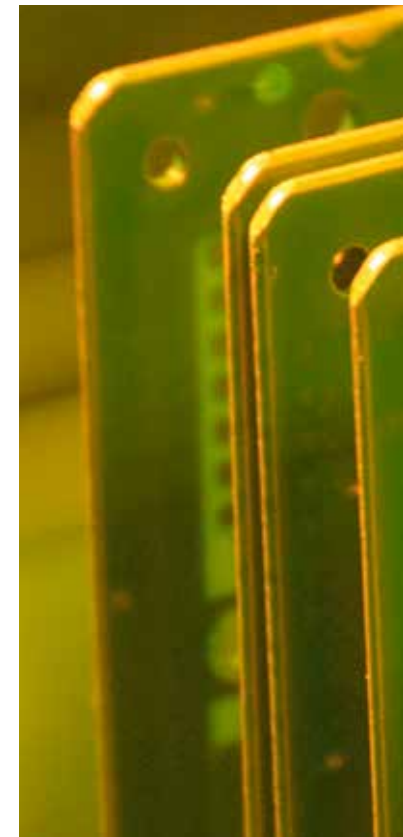
## Przygotowanie i nazewnictwo plików warstw

Obrazy poszczególnych warstw powinny być wygenerowane w tej samej skali oraz bez wzajemnych przesunięć. Upowszechnionym standardem jest ułożenie warstw w widoku od górnej strony obwodu. W uproszczeniu oznacza to, że wszelkie napisy umieszczone na warstwach od strony elementów powinny być czytelne natomiast tekst umieszczony od strony lutowania będzie widoczny w lustrzanym odbiciu.

Zalecane jest używanie takich nazw plików warstw i/lub ich rozszerzeń, aby można było je jednoznacznie zinterpretować. Nomenklatura plików zwykle jest zdefiniowana w **oprogramowaniu CAD PCB**.

Większość tego typu aplikacji, poza plikami w formatach Gerber i Excellon, generuje dodatkowy plik tekstowy (raport) z listą wyeksportowanych plików i opisem zastosowanego formatu zapisu współrzędnych i jednostek.

W przypadku obwodów wielowarstwowych niezbędne jest podanie informacji o kolejności ułożenia warstw wewnętrznych. Ich kolejność może być określona przez numerację bezpośrednio na warstwach lub odpowiednie nazewnictwo plików (np.: \*.L1, \*.L2, \*.L3, \*.L4, itd.).





## Customer Shaped Service

Producent obwodów drukowanych  
z ponad 35-letnim doświadczeniem.

---

[www.tspcb.pl](http://www.tspcb.pl)

[office@tspcb.pl](mailto:office@tspcb.pl)

+48 58 340 42 54