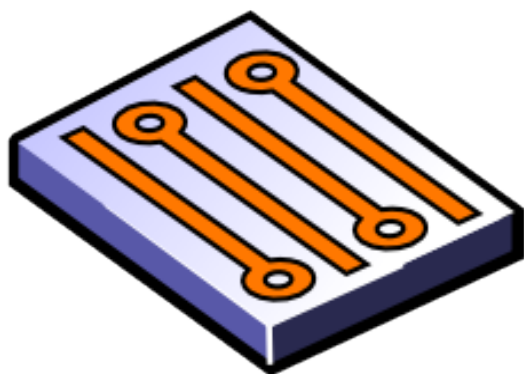


KICAD

PCBNEW



LINUX & WINDOWS

Autor: Jean-Pierre Charras
Wersja: Wrzesień 2011

Spis treści

1. Wprowadzenie	strona 4
1.1. Kluczowe właściwości	
1.2. Główne cechy projektu	
1.3. Ważne informacje	
2. Instalacja i konfiguracja	strona 5
2.1. Instalacja oprogramowania	
2.2. Modyfikacja domyślnej konfiguracji	
3. Obsługa programu	strona 6
3.1. Dostęp do poleceń	
3.2. Polecenia związane z myszą	
3.2.1. Podstawowe polecenia	
3.2.2. Operacje na blokach	
3.3. Wybór siatki	
3.4. Ustawianie powiększenia - Zoom	
3.5. Wyświetlanie pozycji kursora	
3.6. Szybki dostęp do poleceń - Skróty klawiszowe	
3.7. Jednostki miar używane w oknach dialogowych	
3.8. Główne menu aplikacji	
3.8.1. Menu Plik	
3.8.2. Menu Opcje	
3.8.3. Opcje - Wymiary	
3.8.4. Reguły projektowe	
3.8.5. Podgląd 3D	
3.8.6. Pomoc	
3.9. Polecenia związane z ikonami na głównym pasku narzędzi	
3.10. Polecenia związane z ikonami na prawym panelu	
3.11. Polecenia związane z ikonami na lewym panelu	
3.12. Okienka wyskakujące i szybka edycja elementów PCB	
3.13. Tryby pracy	
3.13.1. Praca normalna	
3.13.2. Tryb Automatycznego lub ręcznego przesuwania modułów	
3.13.3. Tryb Ścieżek i autoroutingu	
4. Implementacja schematu na obwodzie drukowanym	strona 21
4.1. Połączenie schematu z obwodem drukowanym	
4.2. Procedura tworzenia podstaw obwodu drukowanego	
4.3. Procedura aktualizacji obwodu drukowanego	
4.4. Odczytywanie listy sieci - Ładowanie modułów - Opcje	
4.4.1. Okno obsługi listy sieci	
4.4.2. Dostępne opcje	
4.4.3. Ładowanie nowych modułów	
5. Ustawianie i wyświetlanie warstw roboczych	strona 26
5.1. Warstwy sygnałowe (miedzi)	
5.1.1. Informacje podstawowe	
5.1.2. Wybór ilości warstw sygnałowych	
5.2. Warstwy sygnałowe (miedzi)	
5.3. Zewnętrzne warstwy techniczne	
5.3.1. Pary warstw technicznych	
5.3.2. Warstwy dla własnego użytku	
5.3.3. Warstwy specjalne	
5.4. Wybór aktywnej warstwy	
5.4.1. Wybór z pomocą Menedżera warstw	

[5.4.2. Wybór z pomocą dodatkowego paska narzędzi](#)

[5.4.3. Wybór z menu podręcznego](#)

[5.5. Wybór warstw dla stawiania przelotek](#)

[5.6. Używanie trybu Wysokiego kontrastu](#)

[5.6.1. Warstwy miedzi w trybie wysokiego kontrastu](#)

[5.6.2. Warstwy techniczne](#)

6. Tworzenie i modyfikacja projektu obwodu drukowanego

strona 33

[6.1. Tworzenie płytki](#)

[6.1.1. Rysowanie obrysu płytki](#)

[6.1.2. Odczytywanie listy sieci stworzonej na podstawie schematu](#)

[6.2. Poprawianie płytki](#)

[6.2.1. Usuwanie nieprawidłowych ścieżek](#)

[6.2.2. Usuwanie nadmiarowych elementów](#)

[6.2.3. Modyfikacja modułów](#)

[6.2.4. Opcje zaawansowane - wybór odcisków czasowych zamiast oznaczeń](#)

[6.3. Błyskawiczna zamiana modułów umieszczonych na płytce](#)

7. Rozmieszczanie modułów

strona 38

[7.1. Wspomaganie rozmieszczania modułów](#)

[7.2. Rozmieszczanie manualne](#)

[7.3. Reorientacja modułów](#)

[7.4. Automatyczne przesuwanie modułów](#)

[7.5. Automatyczne rozmieszczanie modułów](#)

[7.5.1. Charakterystyka narzędzia do automatycznego rozmieszczania modułów](#)

[7.5.2. Przygotowanie pola edycji](#)

[7.5.3. Interaktywność automatycznego rozmieszczania modułów](#)

[7.5.4. Uwagi końcowe](#)

8. Ustawienia i parametry trasowania ścieżek

strona 42

[8.1. Opcje główne](#)

[8.2. Ustawienia Reguł projektowych](#)

[8.2.1. Dostęp do głównego okna reguł projektowych](#)

[8.2.2. Bieżące ustawienia](#)

[8.3. Klasy połączeń](#)

[8.3.1. Ustawianie parametrów trasowanych ścieżek](#)

[8.3.2. Edycja klas połączeń](#)

[8.3.3. Edycja reguł globalnych](#)

[8.3.4. Parametry minimalne przelotek](#)

[8.3.5. Parametry minimalne ścieżek](#)

[8.3.6. Własne rozmiary ścieżek](#)

[8.4. Przykłady i typowe rozmiary](#)

[8.4.1. Rozmiary ścieżek według norm IPC](#)

[8.4.2. Prześwit pomiędzy ścieżkami](#)

[8.4.3. Przykłady stosowanych reguł projektowych](#)

[8.4.3.1. 'Prosty' - stosowanych w amatorskich PCB](#)

[8.4.3.2. 'Standard'](#)

[8.5. Manualne trasowanie ścieżek](#)

[8.5.1. Pomoc w trasowaniu ścieżek](#)

[8.5.2. Trasowanie ścieżek](#)

[8.5.3. Przesuwanie i przeciąganie ścieżek](#)

[8.5.4. Wstawianie przelotek](#)

[8.6. Wybór/Edycja szerokości ścieżek oraz rozmiaru przelotek](#)

[8.6.1. Używanie opcji z paska narzędzi](#)

[8.6.2. Używanie menu podręcznego](#)

[8.7. Edycja i korekcja ścieżek](#)

[8.7.1. Zmiana trasy ścieżki](#)

[8.8. Zmiany globalne ścieżek i przelotek](#)

9. Tworzenie wypełnionych stref

strona 52

[9.1. Tworzenie wypełnionych stref na warstwach sygnałowych \(miedzi\)](#)

[9.2. Tworzenie stref na warstwach sygnałowych](#)

[9.2.1. Tworzenie krawędzi strefy](#)

9.2.2. Wypełnianie strefy	
9.3. Opcje wypełnienia	
9.3.1. Tryby wypełnień	
9.3.2. Prześwity oraz minimalna grubość miedzi	
9.3.3. Opcje otaczania padów	
9.3.4. Parametry łączy termicznych	
9.3.5. Wybór parametrów	
9.4. Dodawanie strefy odciętej wewnątrz strefy wypełnionej	
9.5. Edycja krawędzi	
9.6. Edycja stref	
9.7. Końcowe wypełnianie strefy	
9.8. Zmiany nazw sieci w strefie	
9.9. Tworzenie stref na warstwach technicznych	
9.9.1. Tworzenie obrysu strefy	
10. Przygotowywanie plików produkcyjnych	strona 61
11. ModEdit - Zarządzanie bibliotekami	strona 61
12. ModEdit - Tworzenie i edycja modułów	strona 61

1. Wprowadzenie

1.1. Kluczowe właściwości

Pcbnew jest potężnym programem do trasowania obwodów drukowanych, dostępny zarówno dla systemów Linux i Windows.

Jest on używany w połączeniu z oprogramowaniem do tworzenia schematów **Eeschema**, który dostarcza **pliki list sieci** - opisujące połączenia elektryczne wymagane przy trasowaniu PCB.

Drugi program **CvPcb** jest używany do przypisania modułów poszczególnym składnikom zawartym w liście sieci generowanej przez **Eeschema**, które to są używane przez **Pcbnew**. Można to zrobić albo interaktywnie, albo automatycznie za pomocą plików przypisań.

Pcbnew zarządza też **bibliotekami modułów**. Każdy moduł jest rysunkiem fizycznych komponentów zawierający jego „odcisk” - czyli układ wyprowadzeń zapewniający połączenia ze składnikiem. Wymagane moduły są ładowane automatycznie podczas wczytywania listy sieci generowanej przez **Cvpcb**.

Pcbnew łączy automatycznie i natychmiast wszelkie zmiany w obwodzie przez usunięcie błędnych ścieżek, dodawanie nowych komponentów lub modyfikacje każdej wartości (i pod pewnymi warunkami także wszelkich oznaczeń elementów) z starych modułów lub nowych modułów, w zależności od połączeń elektrycznych znajdujących się na schemacie.

Pcbnew zapewnia możliwość wyświetlania **linii prowadzących (ratsnest)**, łączących poszczególne moduły zgodnie z połączeniami na schemacie. Połączenia te są śledzone dynamicznie, nawet podczas przesuwania ścieżek i modułów.

Pcbnew ma również aktywne narzędzie do **sprawdzania poprawności zasad projektowych (DRC)**, które automatycznie informuje o jakichkolwiek błędach w ścieżkach w czasie rzeczywistym.

Pcbnew może automatycznie generować wypełniające obszary miedzi, z lub bez łączy termicznych w miejscach padów i przelotek.

Pcbnew ma także prosty, ale skuteczny **auto-router** pomocny w tworzeniu obwodu drukowanego. Eksport/Import w formacie SPECCTRA DSN pozwala korzystać również z zaawansowanych zewnętrznych auto-routerów.

Pcbnew udostępnia opcje specjalnie do produkcji układów przeznaczonych dla **bardzo wysokich częstotliwości** (takich jak pady trapezoidalne i o złożonej postaci, automatyczne tworzenie płaskich cewek na obwodzie drukowanym...).

Pcbnew wyświetla elementy (ścieżki, pady, teksty, rysunki ...) w rzeczywistym rozmiarze i według osobistych preferencji:

- ◆ Wyświetlanie w całości lub jako szkic.
- ◆ Wyświetlanie prześwitów ścieżek/padów...

1.2. Główne cechy projektu

Pcbnew posiada wewnętrzną rozdzielczość określoną na 1/10000 cala.

Pcbnew może operować na 16 warstwach miedzi oraz 12 warstwach technicznych (warstwa opisowa, maska lutownicza, warstwy kleju, pasty lutowniczej, rysunkowa i komentarzy) oraz zarządza w **czasie rzeczywistym** połączeniami pomocniczymi (*ratsnest*) dla nieistniejących jeszcze ścieżek.

Wyświetlanie elementów PCB (ścieżki, pady, tekst, rysunki...) może zostać spersonalizowane:

- ◆ Przez wyświetlanie w trybie pełnym lub trybie uproszczonym.
- ◆ Wyświetlanie lub nie prześwitów na ścieżkach.
- ◆ Poprzez ukrywanie niektórych warstw (warstwy miedzi, warstwy techniczne, pola miedzi, moduły, opisy...), które jest przydatne w przypadkach gęsto upakowanych, wielowarstwowych obwodów.

Przy skomplikowanych obwodach, wyświetlanie warstw, pól miedzi, elementów może zostać wyłączone w sposób selektywny dla polepszenia czytelności zawartości ekranu.

Moduły mogą być obracane o **dowolny kąt**, z krokiem 0,1 stopnia.

Pady mogą mieć kształt okrągły, prostokątny, owalny, lub trapezoidalny (ostatni jest potrzebny w produkcji obwodów dla wysokich częstotliwości). Dodatkowo niektóre podstawowe pady można zgrupować. Można dostrajać zarówno rozmiar każdego padu, jak i warstwy na których on występuje. Otwory w padach mogą zostać również przesunięte.

Pcbnew może automatycznie generować pola miedzi (poligony) z automatyczną generacją łącz termicznych wokół padów mających połączenie z polem miedzi.

Bezpośrednio z paska narzędzi **Pcbnew** można uruchomić **edytor modułów ModEdit**.

Edytor pozwala na tworzenie lub modyfikację modułów znajdujących się na PCB lub w bibliotece, a następnie zapisywanie ich. Moduł zapisany na PCB może być następnie zapisany w bibliotece. Ponadto wszystkie moduły na płycie można zapisać do biblioteki, tworząc archiwum modułów.

Pcbnew generuje w bardzo prosty sposób wszystkie potrzebne dokumenty:

- ◆ Pliki produkcyjne:
 - Pliki dla fotoploterów w formacie GERBER RS274X
 - Pliki wierceń w formacie EXCELLON
- ◆ Pliki dla ploterów w formatach HPGL, SVG oraz DXF
- ◆ Mapy rysunków i wierceń w formacie POSTSCRIPT
- ◆ Pliki dla wydruków lokalnych.

1.3. Ważne informacje

Pcbnew wymaga **myszy z trzema przyciskami**. Trzeci przycisk jest **obowiązkowy**.

Należy również zauważyć, że narzędzia **Eeschema** i **CvPcb** będą wymagane do stworzenia poprawnej listy sieci.

2. Instalacja i konfiguracja

2.1. Instalacja oprogramowania

Procedura instalacji została opisana w dokumentacji programu **KiCad**.

2.2. Modyfikacja domyślnej konfiguracji

Domyślny plik konfiguracji: `kicad.pro` jest dostarczany w katalogu `kicad/share/template`. Jest on używany jako początkowa konfiguracja dla wszystkich nowych projektów.

Plik konfiguracji można zmodyfikować według potrzeb, szczególnie jeśli chodzi o zmianę listy dostępnych bibliotek.

Aby wykonać modyfikację tego pliku:

- Należy uruchomić **Pcbnew** używając programu zarządzającego **KiCad** lub bezpośrednio z linii poleceń (W systemie Windows na przykład wydając polecenie `c:\kicad\bin\pcbnew.exe`. W systemie Linux: uruchamiając `/usr/local/kicad/bin/kicad` lub `/usr/local/kicad/bin/pcbnew` jeśli pliki binarne znajdują się w `/usr/local/kicad/bin`).
- Wybrać **Ustawienia / Biblioteka**
- Dokonać edycji.
- Zapisać zmodyfikowaną konfigurację (**Zapisz ustawienia**) z powrotem do `kicad/share/template/kicad.pro`

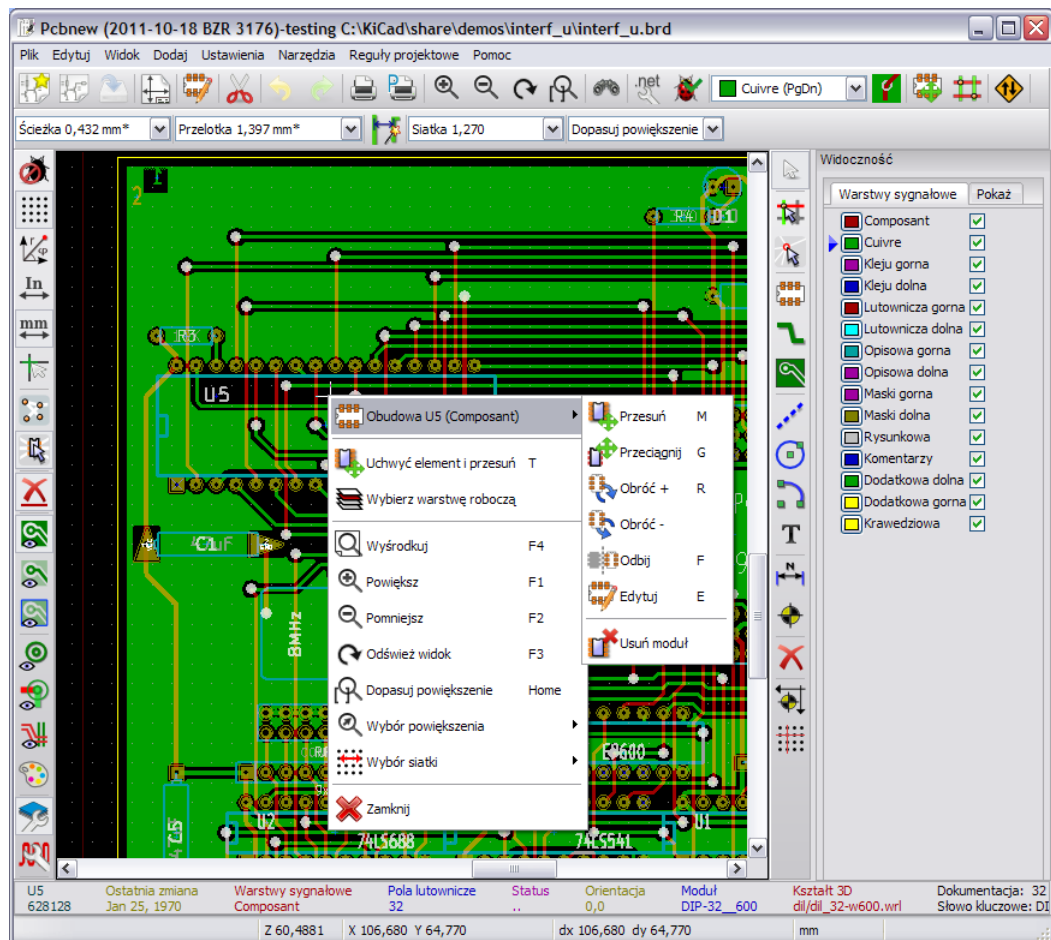
3. Obsługa programu

3.1. Dostęp do poleceń

Pcbnew udostępnia wiele różnych poleceń, które mogą być uruchamiane za pomocą:

- ♦ **Paska menu** (na samej górze ekranu).
- ♦ **Głównego paska ikon** znajdującego się u góry (polecenia podstawowe)
- ♦ **Bocznego paska ikon** znajdującego się z **prawej strony** (zawierającego polecenia lub narzędzia szczególne związane z edycją obwodów drukowanych).
- ♦ **Bocznego paska narzędzi** znajdującego się z **lewej strony** (zawierającego głównie przełączalne opcje wyświetlania).
- ♦ **Przycisków myszy:**
 - **Lewy klawisz** służy do uruchamiania wybranego narzędzia w miejscu gdzie znajduje się kursor,
 - **Prawy klawisz** otwiera menu podręczne gdzie dostępne są polecenia kontekstowe związane z elementem znajdującym się w miejscu kursora, jak również opcje wspólne takie jak: wybór powiększenia, wybór siatki, edycja elementu.
- ♦ **Klawiatury** (Klawisze funkcyjne **F1, F2, F3, F4, Shift, Delete, +, -, Page Up, Page Down** oraz **Spacja**). Klawisz **Esc** zaś służy do przerywania właśnie wykonywanej operacji.

Poniższy obrazek ilustruje niektóre z możliwości dostępu do poleceń:



3.2. Polecenia związane z myszą

3.2.1. Podstawowe polecenia

Lewy przycisk:

- ♦ Pojedynczy klik: wyświetla na pasku informacyjnym charakterystyczne właściwości modułu lub tekstu znajdującego się w miejscu kursora.
- ♦ Podwójne kliknięcie: otwiera okno edycji dla elementu znajdującego się w miejscu kursora (o ile taki element daje taką możliwość).

Klawisz centralny / Kółko myszy

- ◆ Szybkie powiększenie oraz niektóre polecenia związane z menedżerem warstw. (*Co w konsekwencji wymusza stosowanie myszy trój-przyciskowej*). Przytrzymanie klawisza centralnego i przeciągnięcie myszy rysuje zaznaczenie obszaru, który po zwolnieniu klawisza będzie powiększony na cały dostępny ekran roboczy. Kółkiem myszy można też przybliżać lub oddalać obszar znajdujący się wokół kursora.

Prawy przycisk:

- ◆ Otwiera podręczne menu umożliwiając edycję elementu znajdującego się w miejscu kursora.

3.2.2. Operacje na blokach

Operacje takie jak: przesuwanie, przerzucanie (na inną warstwę), kopiowanie, obracanie oraz kasowanie zawartości bloku są dostępne z menu podręcznego. Dodatkowo można też dokonać przybliżenia obszaru zaznaczonego jako blok.

Ramka zaznaczenia bloku jest rysowana poprzez przesunięcie kursora myszą razem z wciśniętym jej lewym klawiszem. Operacja związana z wyborem bloku jest przeprowadzana po zwolnieniu klawisza.

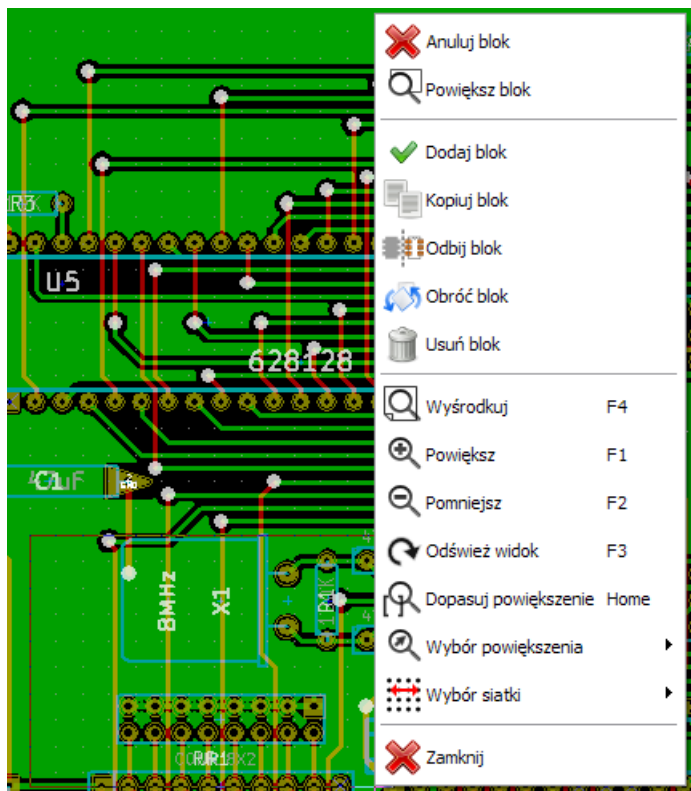
Naciskając i przytrzymując jeden z klawiszy **Shift**, **Ctrl**, lub oba razem, podczas rysowania zaznaczenia automatycznie wybiera jedną z opcji: przesuwanie, przerzucanie, obrót lub kasowanie zawartości bloku:

Przesuwanie myszy z wciśniętym lewym klawiszem	Zaznaczanie obszaru w celu jego przesunięcia w inne miejsce
Shift + Przesuwanie myszy z wciśniętym lewym klawiszem	Zaznaczanie obszaru w celu jego przerzucenia na przeciwną warstwę
Ctrl + Przesuwanie myszy z wciśniętym prawym klawiszem myszy	Zaznaczanie obszaru w celu jego obrotu o 90°
Shift+ Ctrl + Przesuwanie myszy z wciśniętym lewym klawiszem myszy	Zaznaczanie obszaru w celu jego skasowania
Wciśnięty centralny klawisz myszy	Zaznaczanie obszaru w celu jego powiększenia

Podczas przesuwania bloku:

- ◆ Można przesunąć blok na nową pozycję oraz z pomocą lewego klawisza myszy umieścić go w wybranej pozycji.
- ◆ By anulować operację można użyć prawego klawisza myszy i wybrać Anuluj blok z podręcznego menu (lub też skorzystać z klawisza **Esc**).

Alternatywnie jeśli żaden z klawiszy nie jest naciśnięty podczas rysowania bloku, można użyć prawego klawisza myszy by wyświetlić podręczne menu i wybrać żadaną akcję z listy dostępnych.



Dla każdej operacji blokowej okno wyboru pozwala na działania, które będą ograniczać się tylko do niektórych elementów. Każde z powyższych poleceń może zostać anulowane przez to samo menu podręczne lub przez naciśnięcie klawisza **Esc**.

3.3. Wybór siatki

W czasie tworzenia obwodu drukowanego kursor przesuwa się po siatce, którą można włączyć



lub wyłączyć z lewego panelu ikoną

Dowolną predefiniowaną, bądź zdefiniowaną przez użytkownika siatkę można wybrać z listy rozwijanej pod głównym paskiem narzędzi lub z menu podręcznego. Siatkę użytkownika można zdefiniować z poziomu menu w **Wymiary / Siatka użytkownika**.

3.4. Ustawianie powiększenia - Zoom

Aby dostosować powiększenie obszaru roboczego można skorzystać z:

- ◆ Menu podręcznego (używając prawego klawisza myszy) i wybrać jedną z dostępnych pozycji.
- ◆ Klawiszy funkcyjnych klawiatury:
 - F1**: Przybliżanie (zoom in).
 - F2**: Oddalanie (zoom out).
 - F3**: Odświeżanie zawartości pola roboczego.
 - F4**: Centrowanie pola roboczego wokół bieżącej pozycji kursora.
- ◆ Kółka myszy.
- ◆ Lub też z środkowego klawisza myszy, zaznaczając obszar, który ma zostać powiększony.

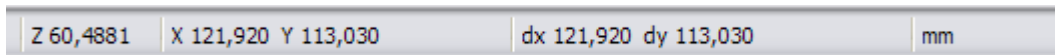
3.5. Wyświetlanie pozycji kursora

Pozycja kursora jest wyświetlana albo w **calach** (inch lub ") lub w **milimetrach** (mm) zgodnie z wyborem wyświetlanych jednostek na lewym pasku opcji. Niezależnie od wybranych jednostek **Pcbnew** zawsze pracuje z dokładnością 1/10000 cala.

Pasek statusu wyświetlany na dole okna aplikacji zawiera następujące informacje:

- ◆ Bieżące powiększenie.
- ◆ Pozycję absolutną kursora.
- ◆ Pozycję względną kursora. **Pozycję bazową (0,0) do której odnosi się pozycja względna można przenieść na dowolną pozycję absolutną za pomocą klawisza spacji.**

Dodatkowo pozycję względną kursora można wyświetlać jako **współrzędne polarne** (promień + kąt). Zmiany sposobu wyświetlania pozycji względnej przełączyć za pomocą odpowiedniej opcji na lewym pasku opcji.



3.6. Szybki dostęp do poleceń - Skróty klawiszowe

Wiele z poleceń jest dostępnych bezpośrednio z klawiatury za pomocą **klawiszy skrótów**. Wybór polecenia jest niezależne od tego czy będą używane małe lub duże litery. Wiele ze skrótów jest pokazywanych w menu. Jednak są i takie, które nie występują jawnie w żadnym menu:


- ♦ Klawisz **Delete** (lub **Del**): Usuwa moduł lub ścieżkę (tylko jeśli tryb pracy z modułami lub ścieżkami jest aktywny).
- ♦ Klawisz **V**, jeśli aktywne jest narzędzie prowadzenia ścieżek, przełącza warstwy jednocześnie wstawiając **przelotkę** w miejscu zmiany warstwy.
- ♦ Klawisz **+** oraz **-**: Wybiera aktywną warstwę.
- ♦ Klawisz **?** wyświetla listę wszystkich skrótów klawiszowych.
- ♦ Klawisz **Spacja** zmienia pozycję odniesienia dla współrzędnych relatywnych.

3.7. Jednostki miar używane w oknach dialogowych

Przy wyświetlaniu rozmiarów są używane dwie jednostki miar:

- ♦ **cal**
- ♦ **mm**



zgodnie z wybraną opcją , którą można znaleźć na lewym panelu opcji.

Jednakże można również wprowadzać dane także w innych dostępnych jednostkach gdy wprowadzana jest nową wartość. Akceptowane jednostek:

1in	(1 cal)
1"	(idem)
25th	(25 thou)
25mi	(25 milsów, to samo co thou)
6mm	(6 mm, jak sama nazwa wskazuje)

Należy przy tym stosować się do pewnych zasad:

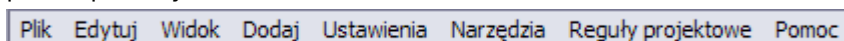
- Spacje pomiędzy liczbą a jednostką są dopuszczalne.
- Tylko dwie pierwsze litery są znaczące.

Pamiętaj:

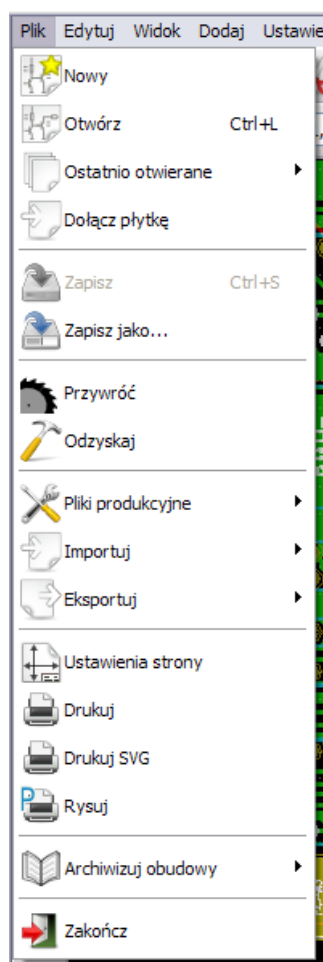
W krajach, gdzie używany jest inny znak niż kropka (.) jako separator wartości dziesiętnych, można używać również kropki, zastępując nią właściwy dla danej lokalizacji znak separatora dziesiętnego. Zatem 1,5 oraz 1.5 są tak samo traktowane.

3.8. Główne menu aplikacji

Pasek menu pozwala na dostęp do poleceń związanych z plikami (jak odczyt i zapis), opcjami konfiguracyjnymi, drukowaniem oraz rysowaniem z pomocą ploterów, jak również dostęp do plików pomocy.

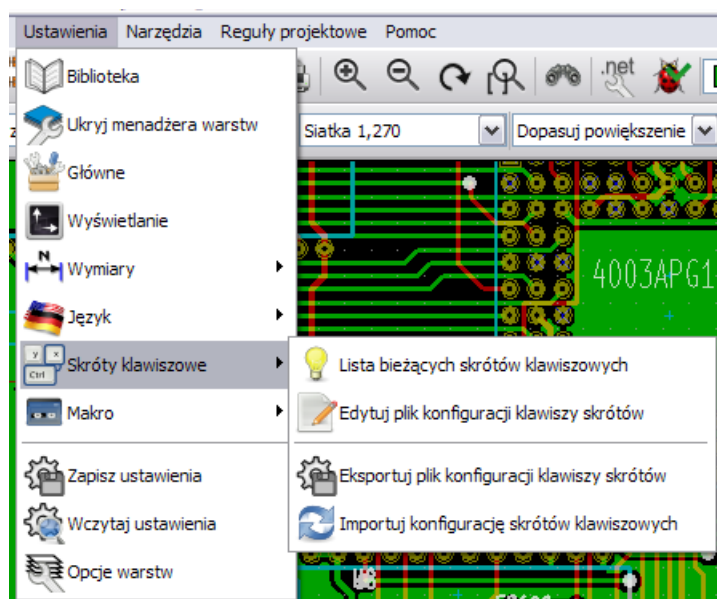


3.8.1. Menu Plik



Pozwala na ładowanie i zapisywanie plików z obwodem drukowanym, jak również pozwala na drukowanie bądź rysowanie gotowych obwodów drukowanych. Umożliwia ono też eksport danych o obwodzie drukowanym (w formacie **GenCAD 1.4**) w celu użycia ich w automatycznych testerach.

3.8.2. Menu Opcje



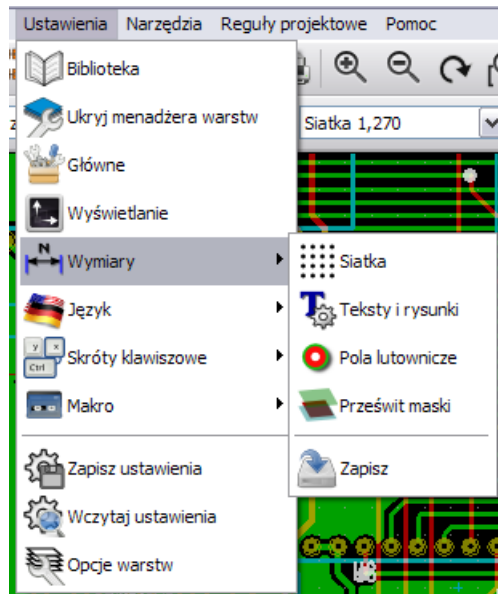
Pozwala na:

- ◆ **Wybór bibliotek modułów.**
- ◆ Ukrywa/Pokazuje **menedżera warstw** (Gdzie można zdefiniować kolor dla danej warstwy lub też dla innych specyficznych elementów. Z pomocą tego narzędzia, można również aktywować lub dezaktywować wyświetlanie pewnych elementów.)

- ◆ Zarządzanie **opcjami głównymi** (jednostki, itp.).
- ◆ Zarządzać innymi **opcjami wyświetlania**.
- ◆ Tworzyć, modyfikować (oraz odczytywać ponownie) **plik z listą skrótów klawiszowych**.
- ◆ Modyfikację ustawień związanych ze **stosem warstw** (ang. *layer stack*) PCB: liczba warstw sygnałowych, aktywacja lub dezaktywacja warstw, zmiany nazw warstw sygnałowych.

3.8.3. Opcje - Wymiary

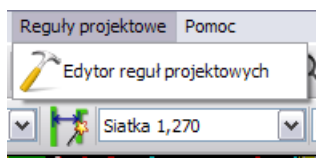
Jest to bardzo ważne menu.



Pozwala na dostosowanie:

- ◆ Rozmiaru siatki użytkownika.
- ◆ Rozmiaru tekstów oraz szerokości linii podczas rysowania.
- ◆ Rozmiarów oraz charakterystyki padów.
- ◆ Ustawień globalnych związanych z warstwami masek: *Solder Mask* oraz *Solder Paste*.

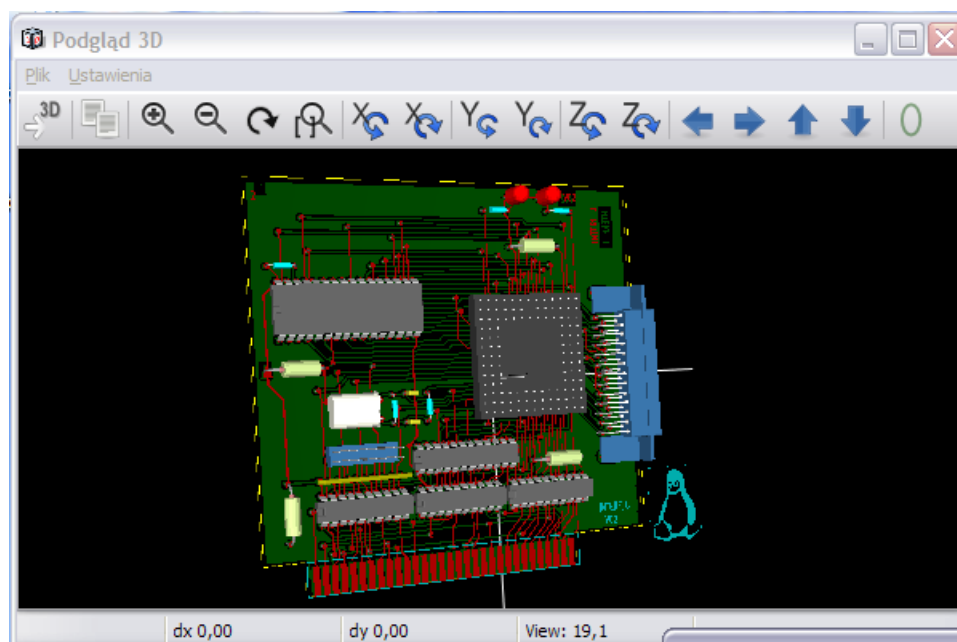
3.8.4. Reguły projektowe



Uruchamia specjalne okno dialogowe z **edytorem reguł projektowych**, w którym można dostosować ustawienia związane z: podziałem sieci na klasy, rozmiarem domyślnym ścieżek, stylem przelotek, odległością między elementami PCB. Opcje te mogą mieć zastosowane globalne jak i szczegółowe, tylko dla wybranych klas.

3.8.5. Podgląd 3D

Polecenie **Podgląd 3D** wywołuje okno **przeglądarki 3D**, które wygląda następująco:

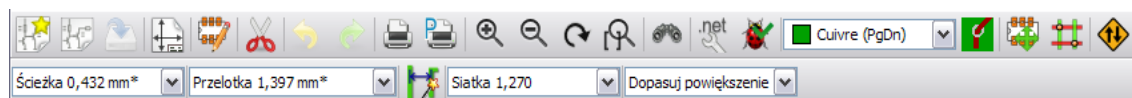


3.8.6. Pomoc

Umożliwia wyświetlenie tego pliku pomocy oraz dostarcza informacji o wersji oprogramowania (**O programie**).

3.9. Polecenia związane z ikonami na głównym pasku narzędzi

Ten pasek narzędziowy daje bezpośredni dostęp do najważniejszych funkcji programu Pcbnew.



Tworzy nowy projekt obwodu drukowanego.



Otwiera uprzednio zapisany projekt obwodu drukowanego.



Zapisuje projekt obwodu drukowanego.



Wybiera rozmiar strony (pola roboczego) oraz pozwala na modyfikację właściwości pliku.



Otwiera edytor modułów (**Modedit**) pozwalający na podgląd lub edycję bibliotek modułów.



Usuwa wybrane elementy podczas operacji z użyciem bloku.



Cofa lub przywraca ostatnie edycje (do 10 poziomów)



Wyświetla menu z opcjami wydruku.



Wyświetla menu z opcjami rysowania schematu.



Przybliżanie i oddalanie pola roboczego (względem centralnego punktu ekranu).



Odświeża ekran oraz automatycznie dopasowuje powiększenie.



Wyszukuje moduły lub teksty.



Operacje związane z listą sieci (wybór, odczyt, testowanie oraz kompilacja).



Sprawdzanie poprawności projektu DRC (*Design Rule Check*): Automatycznie sprawdza poprawność poprowadzonych ścieżek (zgodność z listą sieci i regułami).



Tryb **Ręcznego lub automatycznego przesuwania modułów**: jeśli ta ikona jest aktywna menu podręczne przełącza się w tryb pracy z modułami.

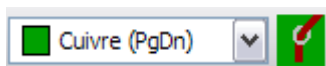


Tryb **Ścieżek i autoroutingu**: jeśli ta ikona jest aktywna menu podręczne przełącza się w tryb pracy ze ścieżkami.

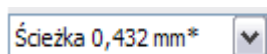


Umożliwia bezpośredni dostęp do autoroutera on-line : **FreeRoute**

Panel dodatkowy:



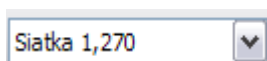
Wybiera aktywną warstwę roboczą.



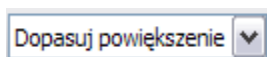
Wybiera aktualnie używaną szerokość ścieżki.



Automatyczna szerokość ścieżek: jeśli jest aktywna, podczas tworzenia nowej ścieżki rozpoczynającej się na innej ścieżce, szerokość tej ścieżki zostanie ustawiona tak samo jak ścieżka od której się zaczyna.



Wybór aktualnego rozmiaru siatki.



Wybór powiększenia.

3.10. Polecenia związane z ikonami na prawym panelu

	<p>Ten pasek narzędzi daje dostęp do podstawowych narzędzi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wstawiania modułów, ścieżek, stref, tekstów... - Podświetlanie sieci. - Tworzenie opisów, elementów graficznych... - Usuwanie elementów.
--	---



Zatrzymuje pracę używanego aktualnie narzędzia.



Podświetlenie całej sieci do której należy wskazana ścieżka lub pad.



Pokazuje lokalne połączenia wspomagające (w modułach lub padach).



Wstawia moduł z biblioteki na płytkę.



Tworzenie ścieżek i przelotek.



Tworzenie wypełnionych stref (pola miedzi).



Rysowanie linii na warstwach technicznych (tzn. nie będących warstwami sygnałowymi).



Rysowanie okręgów na warstwach technicznych (tzn. nie będących warstwami sygnałowymi).



Rysowanie łuków lub wycinków okręgu na warstwach technicznych (tzn. nie będących warstwami sygnałowymi).



Wstawianie dowolnego tekstu.



Rysowanie linii wymiarowych na warstwach technicznych (tzn. nie będących warstwami sygnałowymi).



Wstawianie znaczników do składania warstw (występują one na wszystkich warstwach).



Usuwanie elementów wskazywanych przez kursor.

Uwaga:

Gdy kasowane są elementy występujące na tej samej pozycji, elementy są wskazywane zgodnie z ich priorytetem od najmniejszego do największego (w odwrotnej kolejności: ścieżki, teksty, moduły).

Funkcja **Cofnij** na górnym pasku narzędzi pozwala na cofnięcie operacji usunięcia elementu.





















Ustawianie punktu przesunięcia dla plików wierceń oraz położenia elementów.



Ustawienie punktu odniesienia siatki (początek siatki). Użyteczne przy edycji i ustawianiu modułów. Można go również ustawić z menu **Dimensions/Grid**.

3.11. Polecenia związane z ikonami na lewym panelu

                 	<p>Lewy panel umożliwia szybką zmianę najczęściej używanych opcji.</p>
--	--



Wyłącza lub włącza opcję bieżącego sprawdzania DRC (*Design Rule Checking*).
Ostrożnie: Gdy DRC jest wyłączone można stworzyć również błędne połączenia.



Włącza lub wyłącza wyświetlanie siatki (**Uwaga: Zbyt mała siatka może nie być wyświetlana**).



Włącza lub wyłącza wyświetlanie współrzędnych polarnych dla współrzędnych względnych.



Przełącza pomiędzy wyświetlaniem/wprowadzaniem danych w postaci cali lub milimetrów.



Zmienia kształt kursora.



Wyświetla połączenia wspomagające (nitki wskazujące niedokończone połączenia pomiędzy modułami).



Wyświetla dynamiczne połączenia wspomagające podczas przesuwania modułów.



Włącza lub wyłącza automatyczne kasowanie starych ścieżek.

Przełącza tryb wyświetlania stref.



- Pokazuje całość (obramowanie i wypełnienie)



- Pokazuje tylko obramowanie (wypełnienia są ukryte)



- Pokazuje pełne obramowanie (obramowanie całej strefy i obramowania wypełnień) Wypełnienia własne nie są pokazywane



Włącza lub wyłącza wyświetlanie punktów lutowniczych w trybie uproszczonym (tylko zarys).



Włącza lub wyłącza wyświetlania przelotek w trybie uproszczonym (tylko zarys).



Włącza lub wyłącza wyświetlania ścieżek w trybie uproszczonym (tylko zarys).



Włącza lub wyłącza tryb wysokiego kontrastu. W trybie tym aktywna warstwa jest wyświetlana własnym kolorem, natomiast reszta warstw jest wyświetlana w odcieniach szarości. Tryb taki jest zwykle używany w obwodach wielowarstwowych.



Włącza lub wyłącza boczny panel z menedżerem warstw.



Włącza lub wyłącza dodatkowy pasek narzędzi mikrofalowych (Narzędzie to nie jest jeszcze skończone).

3.12. Okienka wyskakujące i szybka edycja elementów PCB

Kliknięcie prawym klawiszem przywołuje **menu podręczne**, którego zawartość zależy od elementu nad jakim obecnie znajduje się kursor. Menu to daje natychmiastowy dostęp do:

- ◆ Zmiany wyświetlania obszaru roboczego (centrowanie widoku wokół kursora, przybliżania lub oddalania widoku oraz wyboru powiększenia z listy).
- ◆ Ustawiania rozmiaru siatki.
- ◆ Podstawowych narzędzi stosowanych dla elementu znajdującego się w miejscu kursora.

Poniższe zrzuty ekranowe ukazują jak zachowywać się będzie menu podręczne w różnych trybach pracy **Pcbnew**.

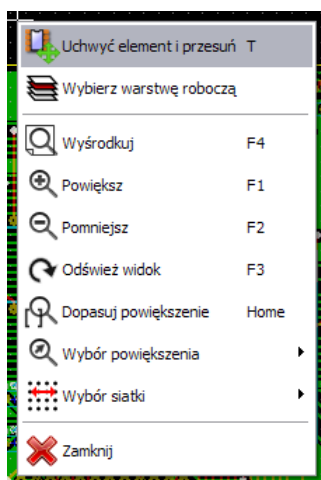
3.13. Tryby pracy

Pcbnew posiada trzy podstawowe tryby pracy, które można wybrać z poziomu głównego paska narzędzi.

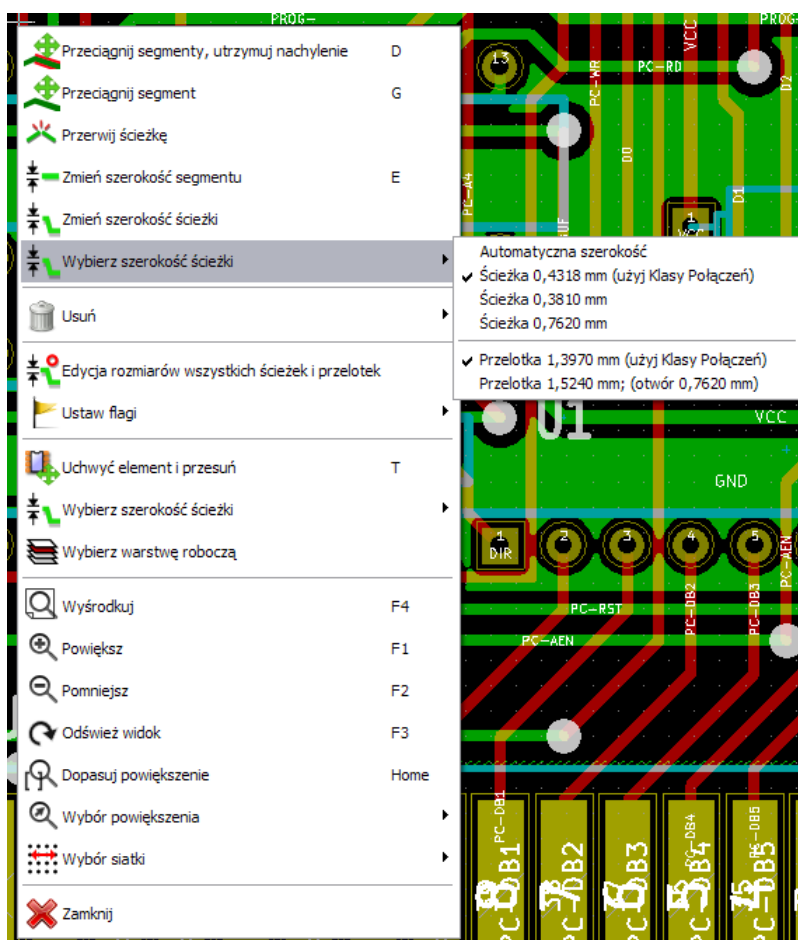
i nieaktywne	Tryb normalny
aktywna	Tryb Ręcznego lub automatycznego przesuwania modułów
aktywna	Tryb Ścieżek i autoroutingu

W menu podręcznym tryby wyszczególnione powyżej powodują zmiany w wyświetlaniu niektórych poleceń.

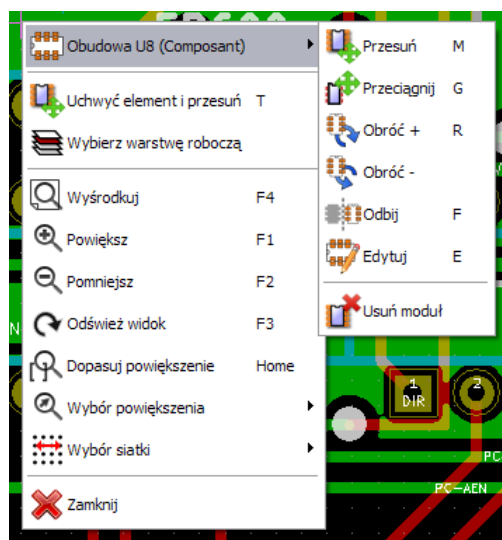
3.13.1. Praca normalna



Menu podręczne bez wyboru elementu



Menu podręczne przy ścieżce

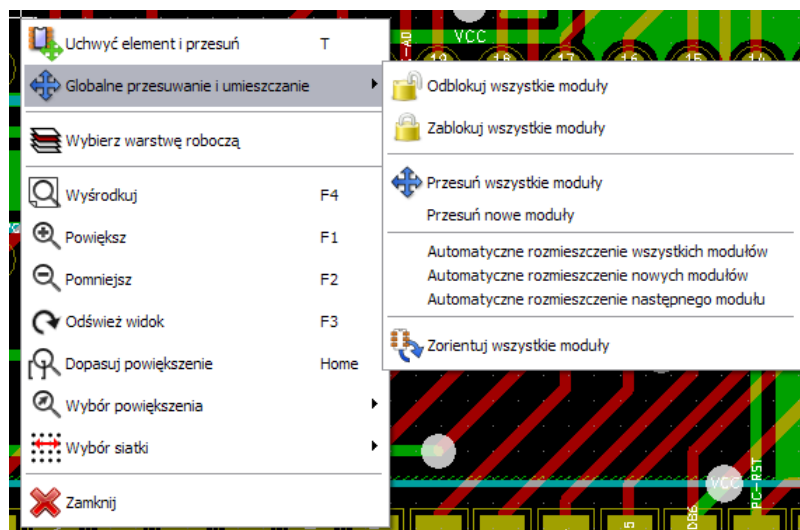


Menu podręczne przy module

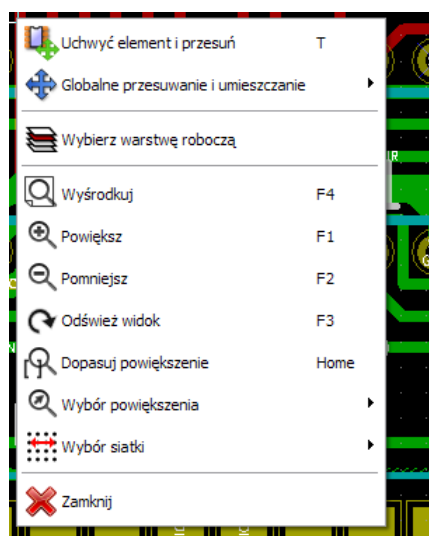
3.13.2. Tryb Automatycznego lub ręcznego przesuwania modułów

Te samo menu przy włączonym trybie **Ręcznego lub automatycznego przesuwania**

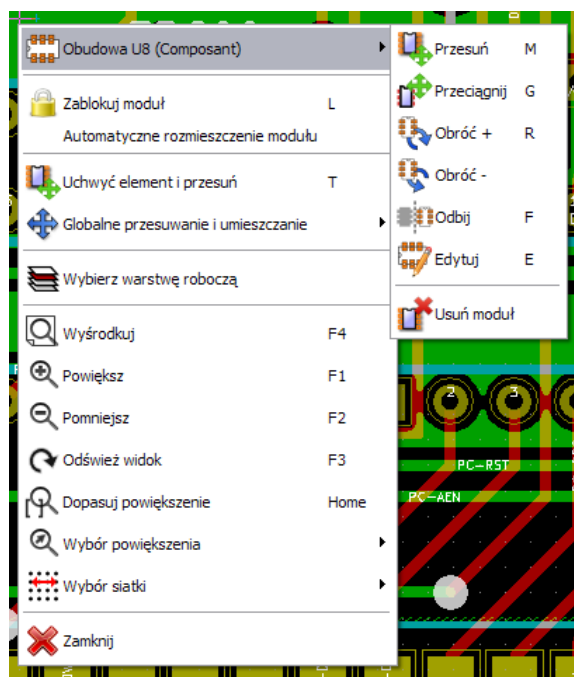
modułów ( aktywna).



Menu podręczne bez wyboru elementu



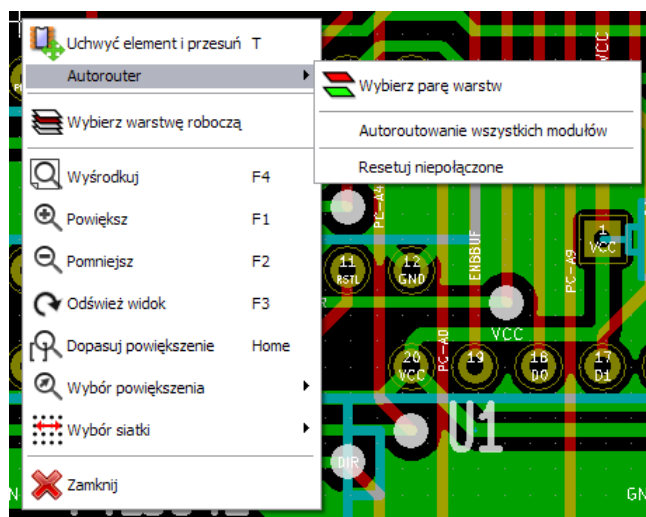
Menu podręczne przy ścieżce



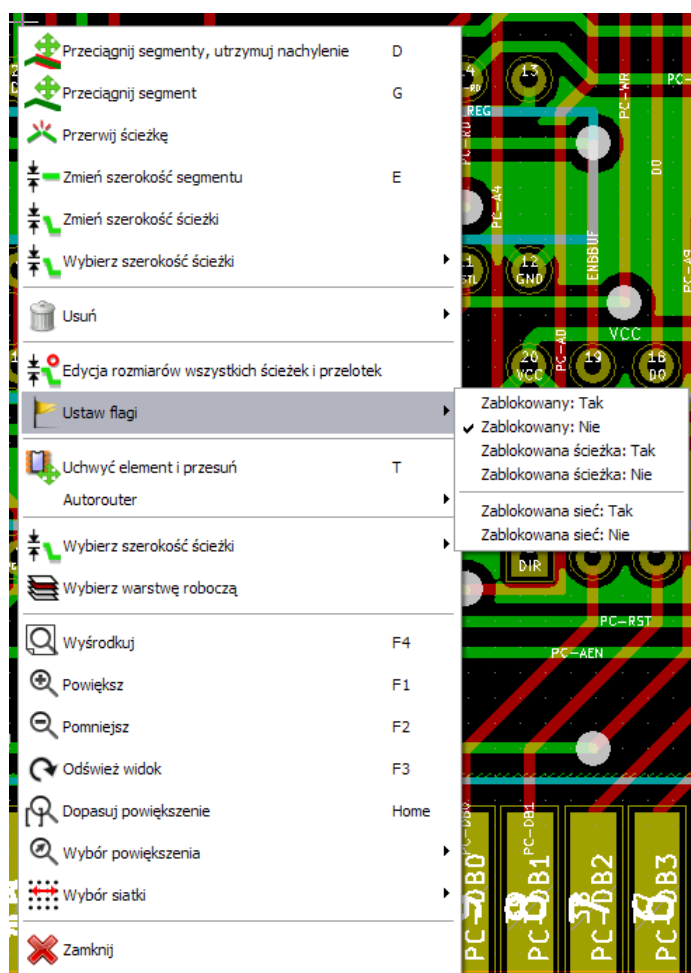
Menu podręczne przy module

3.13.3. Tryb Ścieżek i autoroutingu

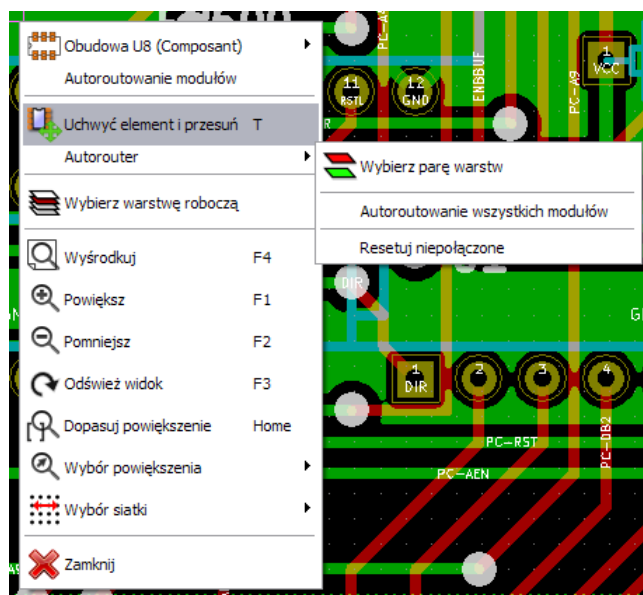
To samo przy trybie **Ścieżek i autoroutingu** ( aktywna).



Menu podręczne bez wyboru elementu



Menu podręczne przy ścieżkach



Menu podręczne przy module

4. Implementacja schematu na obwodzie drukowanym

4.1. Połączenie schematu z obwodem drukowanym

Schemat jest łączony z **Pcbnew** z pomocą pliku listy sieci, która normalnie jest tworzona przez program do edycji schematów.

Uwaga:

Pcbnew akceptuje listy sieci w formatach **Eeschema** lub **ORCAD PCB 2**.

Lista sieci jaka jest generowana przez program do edycji schematu jest zwykle niekompletna, gdyż nie ma w niej zawartej informacji o modułach jakie będą posiadać poszczególne komponenty na PCB. W konsekwencji potrzebny jest plik pośredni, który zawierał będzie odpowiednie połączenia pomiędzy komponentami a ich modułami.

Do tego celu służy program **CvPcb**, który może generować pliki *.cmp. Program ten uaktualnia także listę sieci używając informacji o powiązaniach modułów.

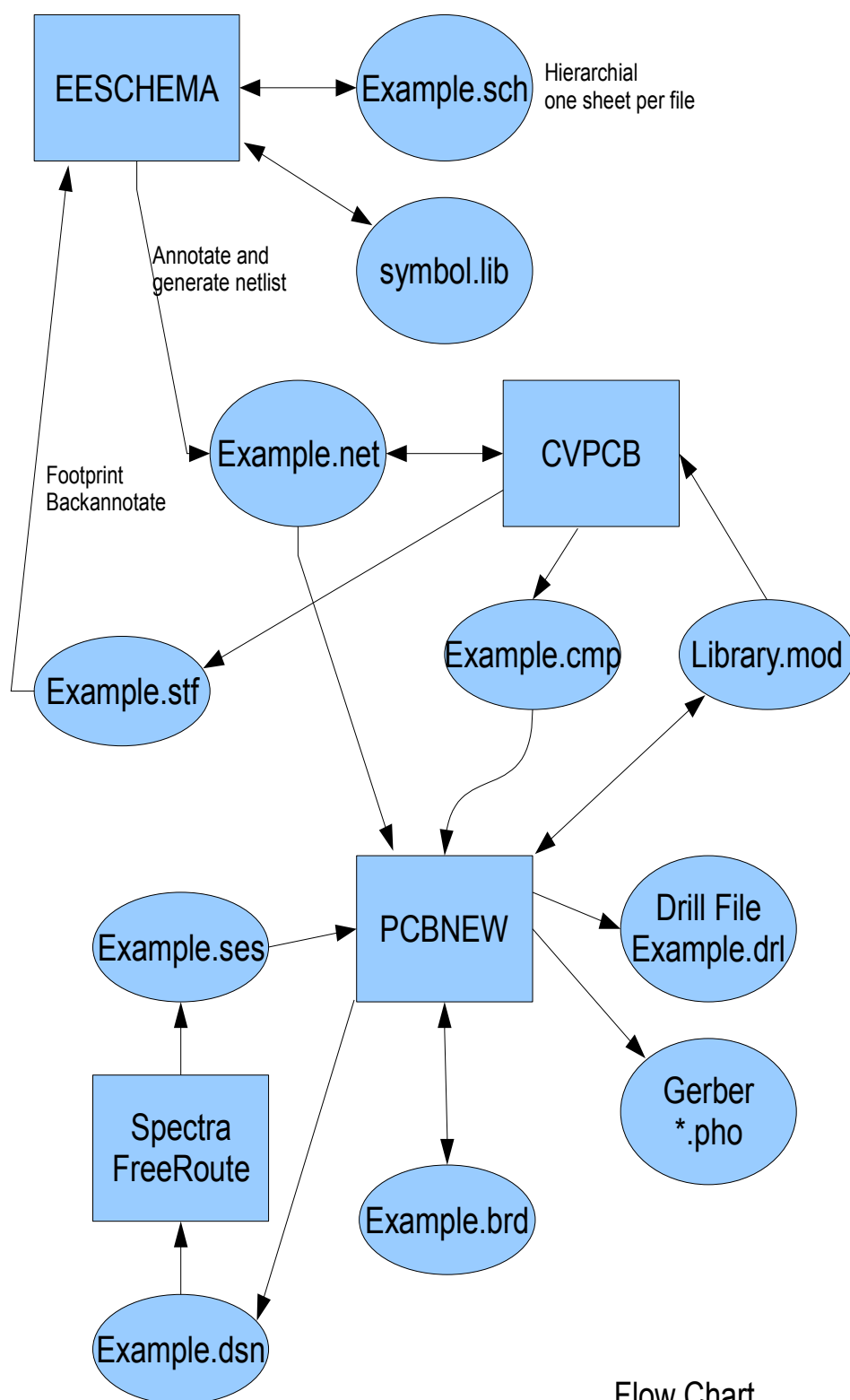
CvPcb może również tworzyć pliki numeracji wstecznej *.stf, które mogą być ponownie wczytane do schematu w celu zmodyfikowania pola *Obudowa* w każdym z komponentów, skracając tym samym czas potrzebny na wypełnianie tego pola przy edycji schematu.

W programie **Eeschema** podczas kopiowania komponentów, kopiowane są również informacje zawarte w tym polu, a oznaczenia zostają przywrócone do stanu sprzed numeracji dla późniejszego procesu auto-numeracji przyrostowej.

Pcbnew odczytuje zmodyfikowane pliki listy sieci *.net oraz, jeśli istnieją, pliki *.cmp.

W przypadku zmiany modułów bezpośrednio w **Pcbnew**, plik *.cmp jest automatycznie uaktualniany co pozwala uniknąć ponownego uruchamiania programu **CvPcb**.

Poniżej znajduje się tzw. *flow chart* który schematycznie ukazuje powiązania pomiędzy generowanymi plikami, a aplikacjami **KiCad EDA Suite**.



Flow Chart

4.2. Procedura tworzenia podstaw obwodu drukowanego

Po stworzeniu potrzebnego schematu by rozpocząć pracę nad odwodem drukowanym należy:

- ♦ Stworzyć **listę sieci** używając **Eeschema**.
- ♦ Przypisać z pomocą **CvPcb** każdemu komponentowi znajdującemu się na liście sieci wygenerowanej przez **Eeschema** odpowiedni moduł, który będzie go reprezentował na PCB.
- ♦ Uruchomić **Pcbnew** oraz odczytać zmodyfikowaną listę sieci (to spowoduje również odczyt danych o modułach).

Pcbnew po tych operacjach automatycznie załaduje wskazane moduły. Moduły te będzie można porozmieszczać na obwodzie drukowanym manualnie lub automatycznie, a później wytrasować łączące je ścieżki.

4.3. Procedura aktualizacji obwodu drukowanego

Gdy schemat został zmieniony, należy ponownie wykonać następujące kroki:

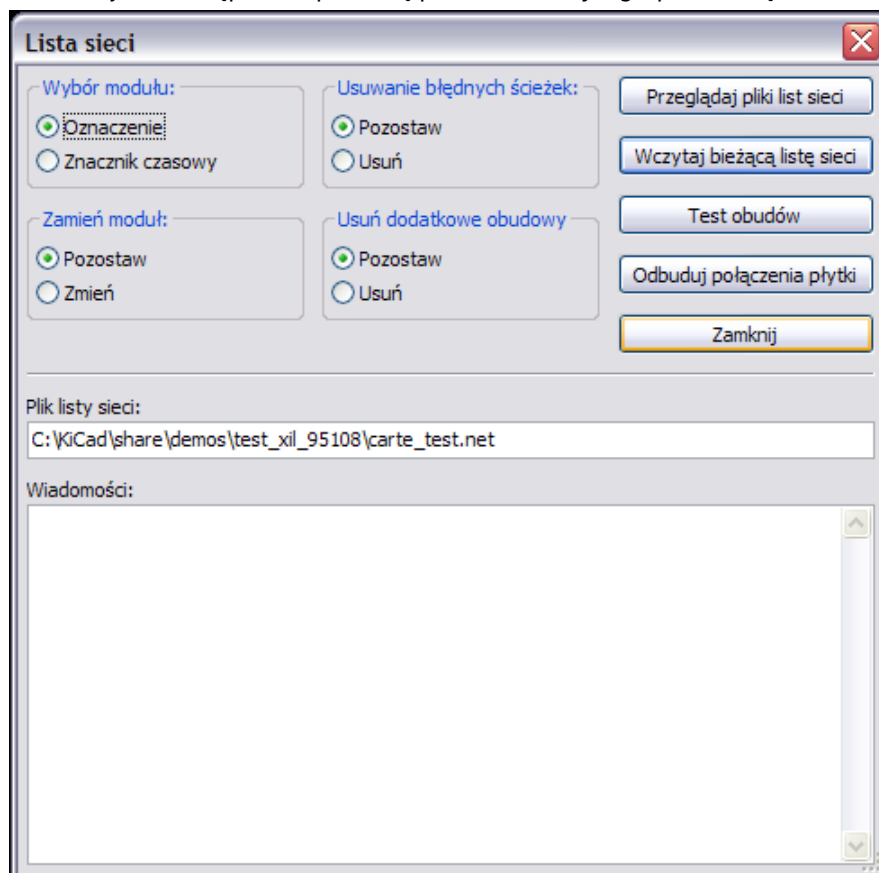
- Utworzyć **nową listę sieci** używając programu **Eeschema**.
- Jeśli zmiany na schemacie spowodowały dodanie nowych komponentów, należy im przypisać moduły używając programu **CvPcb**.
- Uruchomić **Pcbnew** i ponownie załadować zmodyfikowaną listę sieci (to spowoduje również ponowne załadowanie fragmentu pliku z wyborem modułów).

Po wykonaniu tych kroków **Pcbnew** załaduje automatycznie wszystkie nowe moduły, doda nowe połączenia z listy sieci oraz usunie niepotrzebne już połączenia.

4.4. Odczytywanie listy sieci - Ładowanie modułów - Opcje

4.4.1. Okno obsługi listy sieci

Okno to jest dostępne za pomocą polecenia ukrytego pod ikoną 

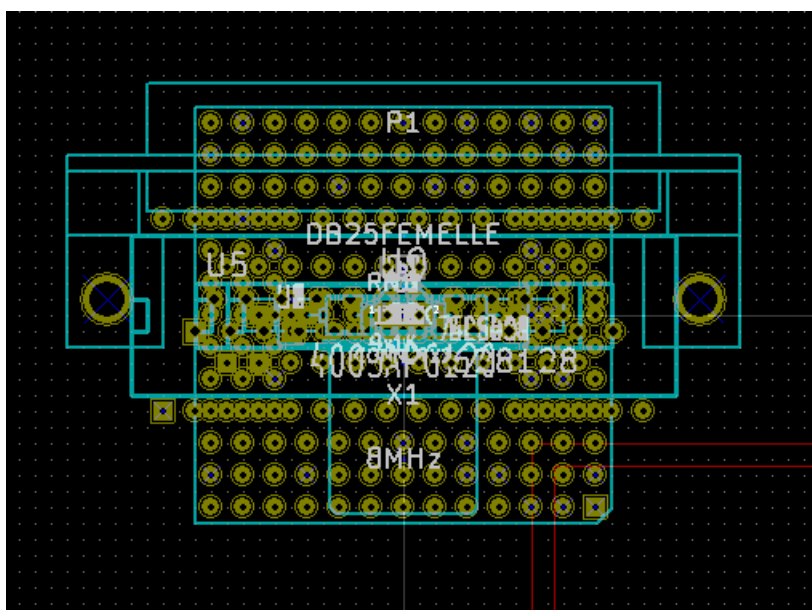


4.4.2. Dostępne opcje

Wybór modułu	<p>Opcje przydatne podczas ponownego wczytywania zmodyfikowanej listy sieci. Można wybrać czy Pcbnew będzie się posługiwał oznaczeniami lub odciskami czasowymi.</p> <p>W pierwszym przypadku jeśli na schemacie została zmieniona numeracja elementów to Pcbnew może ponownie załadować jako nowe moduły te już istniejące na obwodzie drukowanym.</p> <p>Druga opcja pozwala tego uniknąć, gdyż moduły istniejące nie zostaną załadowane ponownie i nastąpi tylko zmiana oznaczeń istniejących modułów.</p>
Zamień moduł	<p>Jeśli moduł został zmieniony na liście sieci to przy wczytywaniu listy sieci można wybrać, czy Pcbnew ma zachować poprzedni moduł lub zamienić go na nowy.</p>
Usuwanie błędnych ścieżek	<p>Zachowywanie poprzednio wykonanych ścieżek lub usunięcie niepoprawnych ścieżek.</p>
Usuń dodatkowe obudowy	<p>Włącza lub wyłącza usuwanie modułów które pozostały na płycie, lecz nie ma ich na liście sieci.</p> <p>Uwaga! Moduły z atrybutem <i>Zablokowane</i> nie zostaną usunięte.</p>

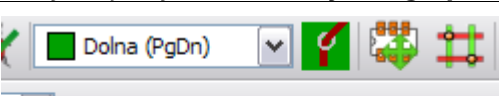

4.4.3. Ładowanie nowych modułów

Gdy na liście sieci zostaną odnalezione nowe moduły, zostaną one automatycznie załadowane:

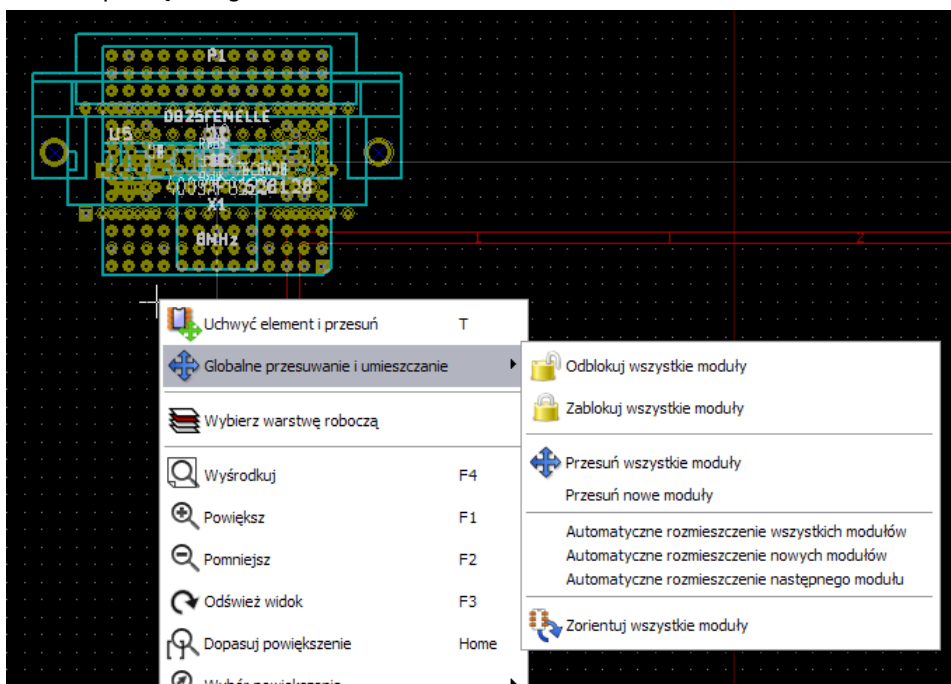


Domyślnie zostaną one umieszczone na stosie na pozycji 0,0, z którego można je przesunąć w inne miejsca jeden po drugim. Jednak lepszym rozwiązaniem jest ich automatyczne przeniesienie i rozłożenie. W tym celu wymagane będą:

- ◆ Aktywacja trybu **Automatycznego przesuwania modułów**

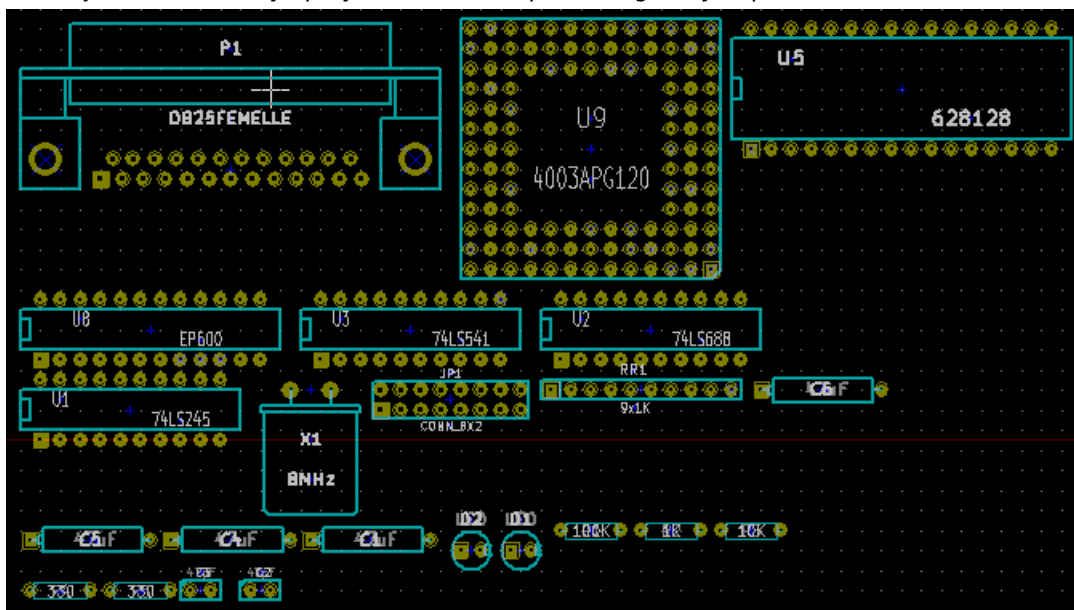
	<p>Ikona służąca do tego celu znajduje się na głównym pasku narzędziowym (druga z prawej).</p>
	<p>Jeśli ikona ma taką postać, oznacza to aktywną opcję.</p>

- ◆ Przesunięcie kursora myszy w puste pole na obszarze roboczym i wywołanie podręcznego menu:



- ◆ Z tego menu można wybrać jedno z dwóch poleceń:
 - **Przesuń wszystkie moduły** jeśli istnieje już obrys płytki ze znajdującymi się na niej modułami.
 - **Przesuń nowe moduły**, jeśli operacja rozmieszczenia modułów uruchamiana jest po raz pierwszy (tworzymy nowy obwód drukowany)

Poniżej można zobaczyć przykład działania pierwszego z tych poleceń:



5. Ustawianie i wyświetlanie warstw roboczych

Pcbnew może pracować na 28 różnych warstwach:

- ◆ 16 warstw miedzi (przeznaczonych do prowadzenia ścieżek).
- ◆ 12 dodatkowych warstw technicznych.

Można ustawiać liczbę dostępnych warstw miedzi, oraz (jeśli trzeba) nadawać im nazwy lub atrybuty. Można również wyłączać nieużywane warstwy techniczne.

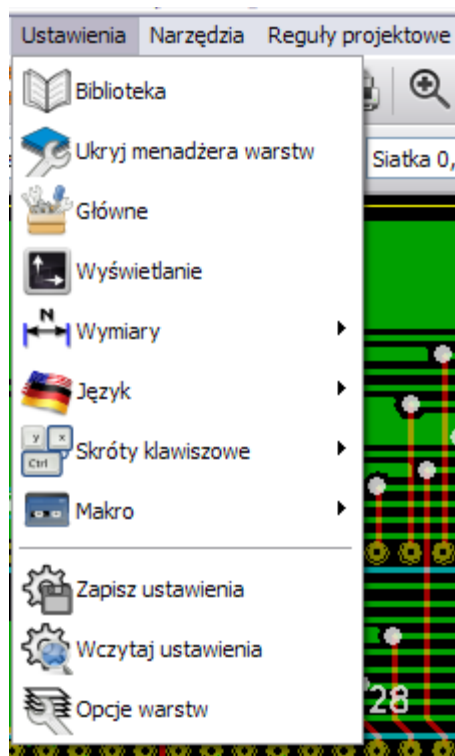
5.1. Warstwy sygnałowe (miedzi)

5.1.1. Informacje podstawowe

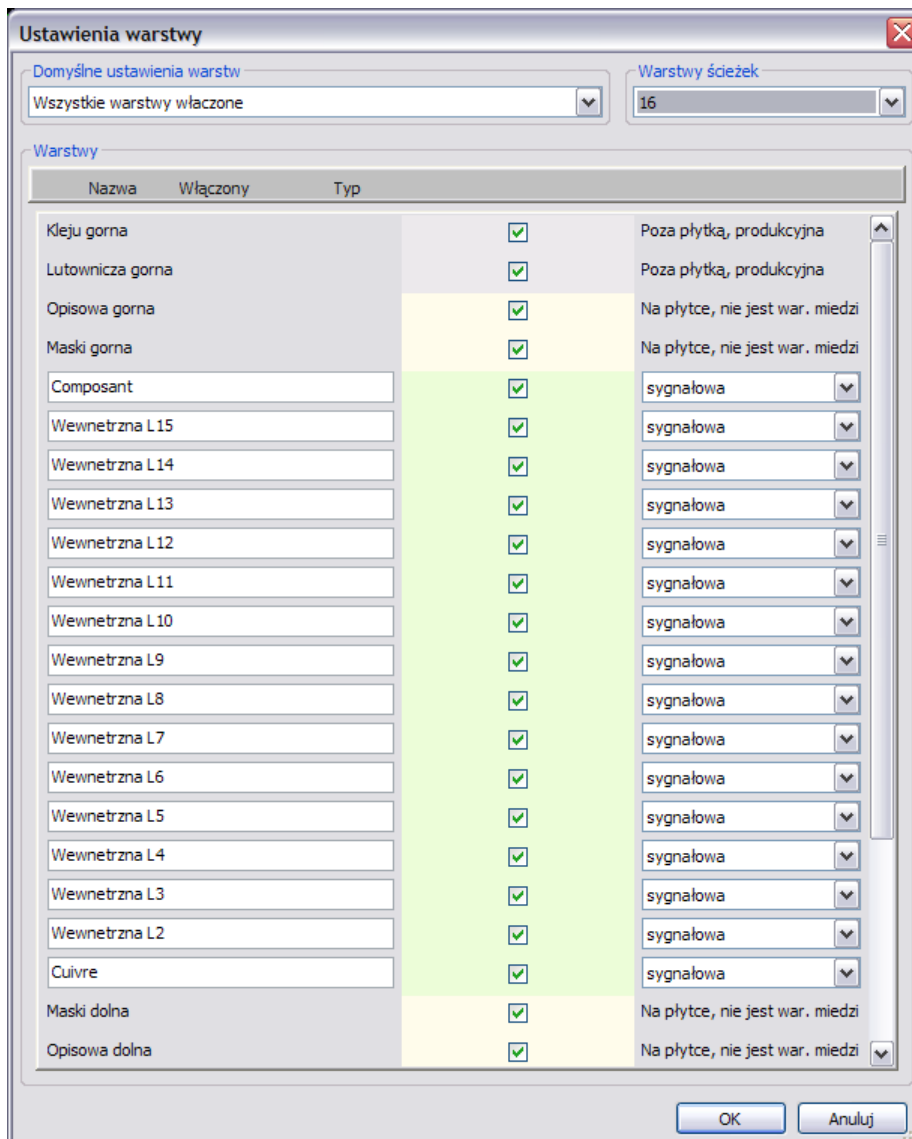
Warstwy sygnałowe to warstwy używane między innymi przez auto-router do prowadzenia ścieżek sygnałowych. Warstwa L1 to najniżej usytuowana warstwa miedzi (popularnie zwana warstwą lutowania, dolna) w stosie warstw. Warstwa L16 to najwyżej usytuowana warstwa (popularnie zwana warstwą elementów, górna) w stosie warstw. Inne warstwy miedzi w stosie są warstwami wewnętrznymi (warstwy L2 do L15).

5.1.2. Wybór ilości warstw sygnałowych

By pomóc w nawigacji pomiędzy warstwami, niezbędne jest wcześniejsze ustalenie liczby warstw roboczych. Do tego celu służy polecenie [Ustawienia / Opcje warstw](#).



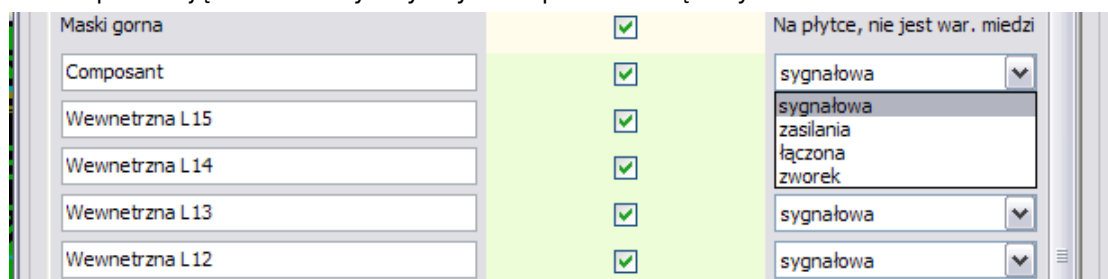
Z rozwijanej listy **Warstwy ścieżek** można wybrać potrzebną ilość warstw (2 do 16). Można również skorzystać z listy **Domyślne ustawienia warstw** by wybrać jedną z predefiniowanych opcji warstw.



W grupie *Warstwy* można sprawdzić bieżącą zawartość stosu warstw, ustalić nazwy warstw lub nadawać atrybuty, a także włączać lub wyłączać warstwy.

5.2. Warstwy sygnałowe (miedzi)

Warstwom sygnałowym (miedzi) można dodatkowo nadawać nazwy własne. Warstwy miedzi posiadają również atrybuty używane przez zewnętrzny router on-line: **FreeRouter**.



Uwaga:

O ile stosowanie narodowych znaków w nazwach warstw jest dozwolone i program Pcbnew będzie je poprawnie obsługiwał, to przy planowanym wykorzystaniu FreeRoute w nazwach należy unikać stosowania znaków narodowych, gdyż nie są one przez ten router akceptowalne.

5.3. Zewnętrzne warstwy techniczne

Niektóre warstwy są łączone w pary, niektóre zaś nie. Gdy pojawiają się one jako para, wpływa to na zachowanie modułów podczas wstawiania ich na płytkę. Elementy składające

się na moduł (pady, obrysy i tekst) znajdujące się na poszczególnych warstwach (po stronie lutowania lub elementów) pojawiają się na odpowiednich warstwach uzupełniających w przypadku zmiany położenia modułu (zmiana strony).

5.3.1. Pary warstw technicznych

- ♦ **Warstwy kleju (po stronie lutowania i elementów):**
Warstwy te są używane przy mocowaniu elementów SMD za pomocą kleju w przypadku obwodów drukowanych, których montaż odbywa się przez lutowanie na fali (*wave soldering*).
- ♦ **Warstwy masek pasty lutowniczej (Solder Paste) dla elementów SMD (po stronie lutowania i elementów):**
Używane do produkcji masek pozwalających aplikować pastę lutowniczą wyłącznie na padach przeznaczonych dla elementów montowanych powierzchniowo, z reguły przed lutowaniem strumieniem gorącego powietrza (*reflow soldering*) lub w piecach lutowniczych. Teoretycznie tylko elementy montowane powierzchniowo zajmują te warstwy.
- ♦ **Warstwy opisowe (po stronie lutowania i elementów):**
Warstwy te używane są do rysowania opisów elementów (nazwy oznaczeń lub też wartości) czy obrysów elementów znajdujących się na płytkach.
- ♦ **Warstwy masek cynowania (Solder Mask, po stronie lutowania i elementów):**
Definiują one maski wykorzystywane przy wstępnym cynowaniu PCB. Normalnie wszystkie pady jakie znajdują się na jednej lub drugiej z tych warstw (lub zarówno przez obie dla elementów przewlekanych) są maskowane, aby zapobiegać przykryciu ich lakierem (zwanym popularnie *soldermaską*) w końcowym procesie produkcyjnym.

5.3.2. Warstwy dla własnego użytku

- ♦ **Komentarzy**
- ♦ **Dodatkowa1**
- ♦ **Dodatkowa2**
- ♦ **Rysunkowa**

Warstwy te można używać swobodnie. Można na nich przykładowo umieszczać teksty instrukcji dla montażystów lub z opisem połączeń, albo też rysunki konstrukcyjne.

5.3.3. Warstwy specjalne

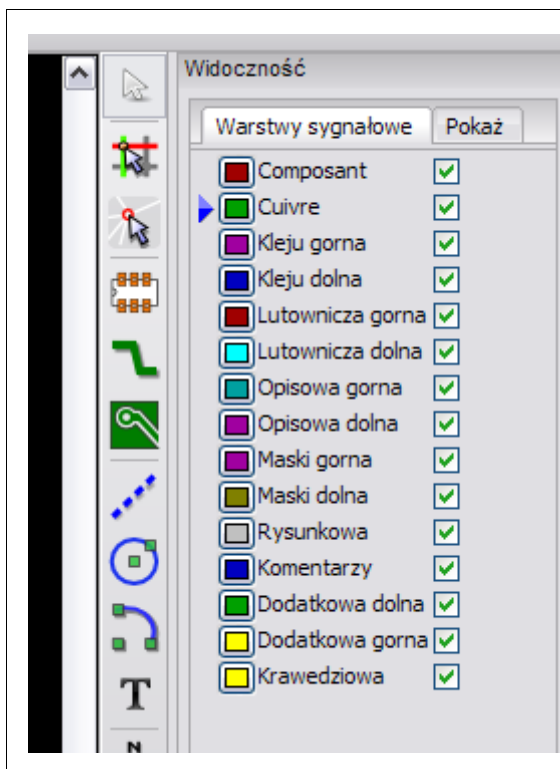
Program Pcbnew dysponuje jedną warstwą specjalną. Jest nią warstwa **Krawędziowa**. Warstwa ta jest **zarezerwowana** dla graficznego opisu obramowania płytki (wykorzystywanego również jako linia cięcia). Dowolny element (grafika, tekst, element pozycjonujący...) umieszczony na tej warstwie zostanie przeniesiony na pozostałe warstwy.

5.4. Wybór aktywnej warstwy

Wybór aktualnie **aktywnej warstwy** może być przeprowadzony na kilka sposobów:

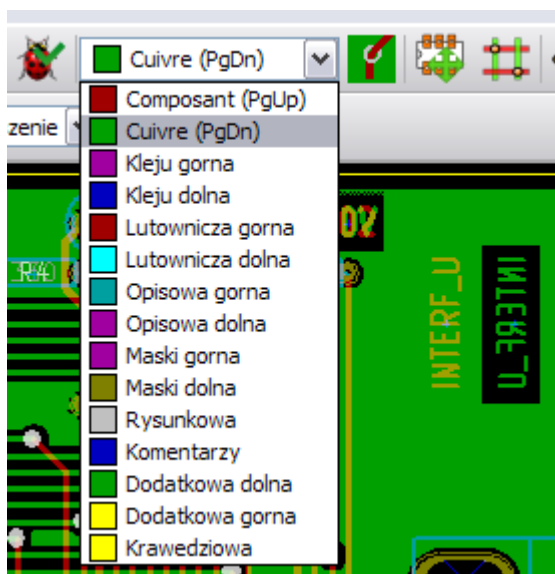
- ♦ Używając prawego panelu warstw (**Menedżer warstw**).
- ♦ Używając listy rozwijanej na górnym pasku narzędzi.
- ♦ Używając menu podręcznego (wywoływanego prawym klawiszem myszy).
- ♦ Używając klawiszy klawiatury + oraz – (działa tylko w przypadku warstw sygnałowych).
- ♦ Używając klawiszy skrótów.

5.4.1. Wybór z pomocą Menedżera warstw



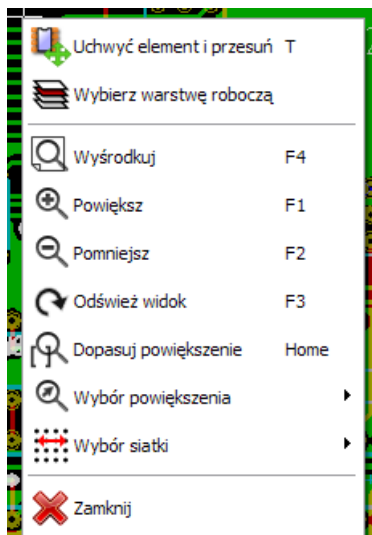
Menedżer warstw pozwala także na zmianę kolorystyki warstw oraz włącza lub wyłącza ich widoczność.

5.4.2. Wybór z pomocą dodatkowego paska narzędzi

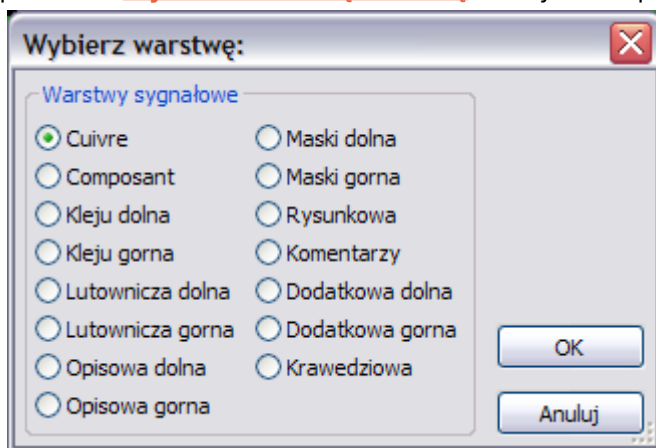


Za pomocą tej listy można bezpośrednio wybrać **warstwę roboczą**. Oprócz tego lista ta wyświetla dodatkowo skróty klawiszowe przypisane niektórym warstwom.


5.4.3. Wybór z menu podręcznego

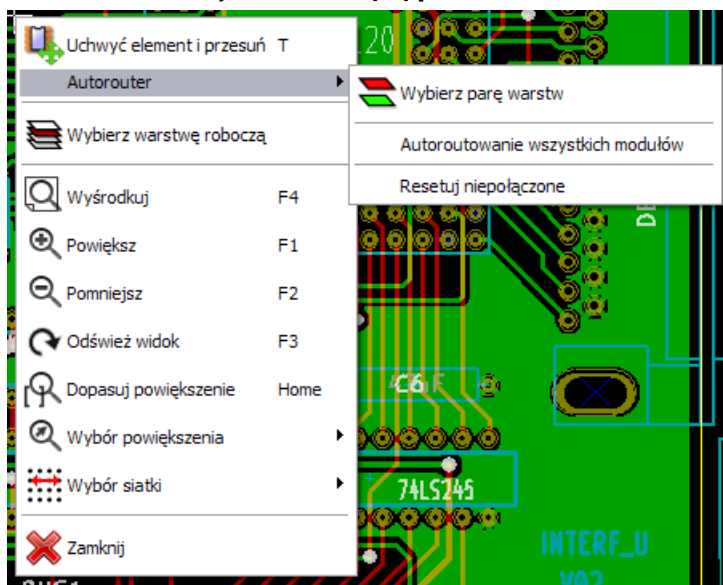


W przypadku wywołania menu podręcznego można wybrać aktywną warstwę korzystając z polecenia **Wybierz warstwę roboczą**. Po wybraniu pokaże się dodatkowe okno:

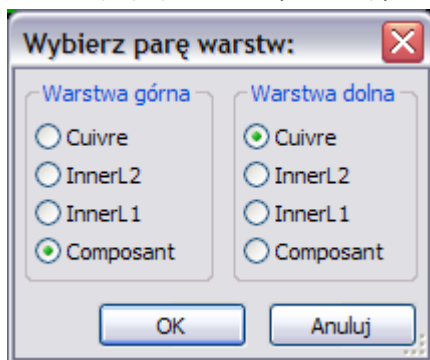


5.5. Wybór warstw dla stawiania przelotek

W przypadku pracy w trybie **Ścieżek i autoroutingu**, (aktywna jest ikona  na głównym pasku narzędzi), menu podręczne dostarcza dodatkowych opcji związanych z wyborem **pary warstw**, na której stawiane będą **przelotki**:




Po wybraniu polecenia **Wybierz parę warstw**, otworzy się dodatkowe okno, gdzie będzie można przypisać wirtualnym warstwom *Górnej* i *Dolnej* odpowiednie warstwy sygnałowe, które będą łączone za pomocą przelotek.



Przy umieszczaniu przelotki na warstwie roboczej (aktywnej), warstwa ta zostaje **automatycznie przełączona** na jej alternatywną warstwę w wybranej wcześniej parze warstw dla przelotek. Przelotki są również wstawiane automatycznie podczas trasowania ścieżek, gdy nastąpi zmiana warstwy roboczej za pomocą klawiszy skrótów.

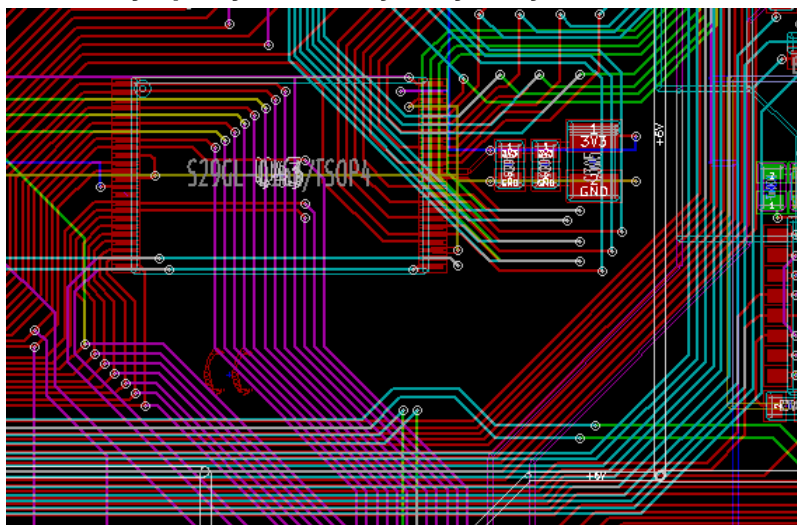
5.6. Używanie trybu Wysokiego kontrastu

Tryb ten jest włączany za pomocą ikony  (na lewym panelu opcji). W trybie tym, aktywna warstwa jest wyświetlana swoim własnym kolorem, natomiast pozostałe warstwy są wyświetlane w odcieniach szarości.

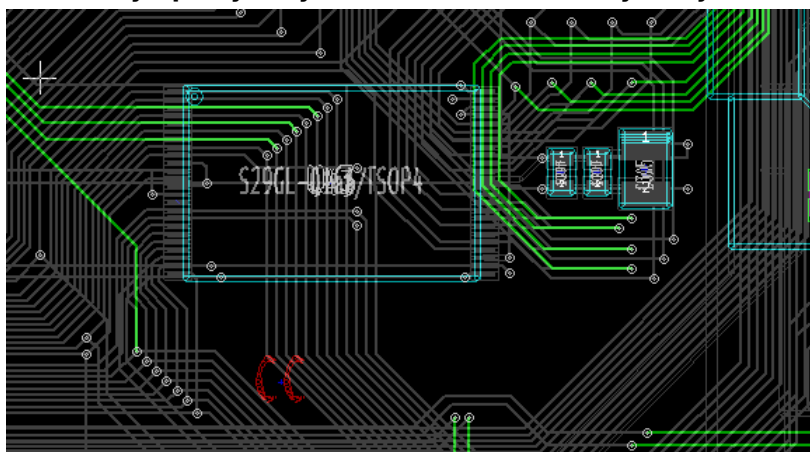
5.6.1. Warstwy miedzi w trybie wysokiego kontrastu

W przypadku używania więcej niż czterech warstw roboczych, opcja ta pozwala użytkownikowi lepiej zorientować się, która warstwa jest w danej chwili aktywna.

- Tryb pracy normalnej (aktywna jest warstwa L1):



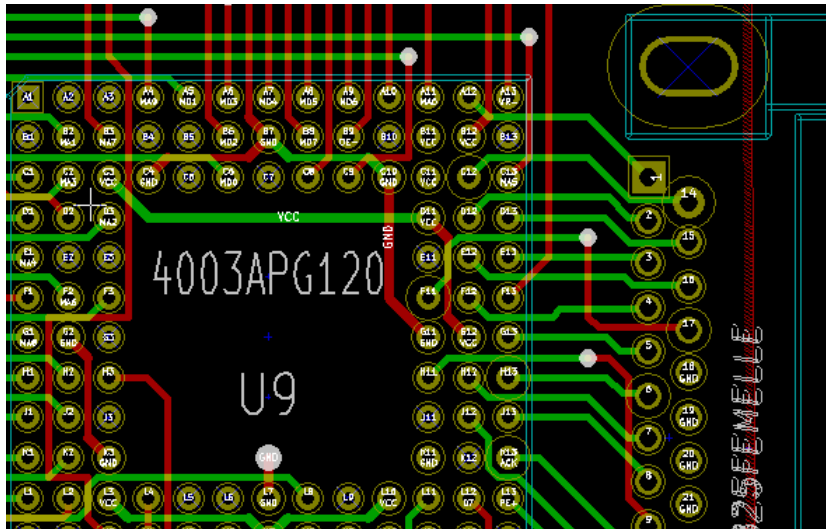
- ♦ Tryb pracy z wysokim kontrastem (aktywna jest warstwa L1):



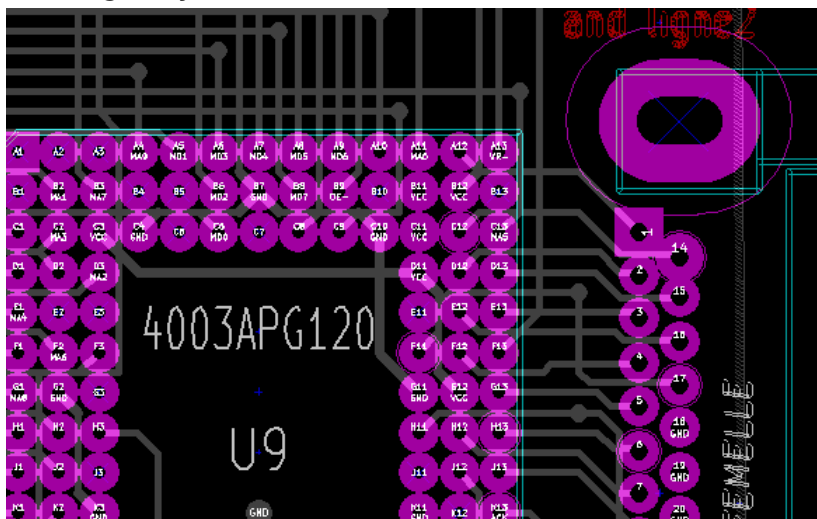
5.6.2. Warstwy techniczne

Inaczej wygląda sprawa trybu wysokiego kontrastu w przypadku gdy chcielibyśmy podejrzeć zawartość warstw maskujących (np. pasty lutowniczej lub maski cynowania), które normalnie nie są wyświetlane gdyż przykrywają je warstwy sygnałowe. W trybie wysokiego kontrastu zmienia się wtedy sposób wyświetlania padów:

- ♦ Tryb normalny (aktywna warstwa maski cynowania na stronie górnej):



- ♦ Tryb wysokiego kontrastu (aktywna warstwa maski cynowania na stronie górnej):



Przy aktywacji trybu wysokiego kontrastu warstwy masek są wyświetlane, zatem można dokonać sprawdzenia ich rozmiarów.

6. Tworzenie i modyfikacja projektu obwodu drukowanego

6.1. Tworzenie płytki

6.1.1. Rysowanie obrysu płytki

Dobrym pomysłem jest rozpoczęcie tworzenia płytki z obwodem drukowanym od zdefiniowania jej **obrysu**. Obrys płytki jest zwykle rysowany za pomocą kilku segmentów linii. By taki obrys narysować w programie **Pcbnew** należy wybrać najpierw warstwę Krawędziowa jako aktywną warstwę oraz użyć polecenia **Dodaj linię lub wielokąt** by narysować poszczególne odcinki wielokąta klikając w kolejnych narożnikach, a następnie klikając dwukrotnie by zakończyć obrys.

Płytki zwykle mają bardzo precyzyjnie ustalone wymiary, dlatego przy rysowaniu obrysu może być konieczne posługiwanie się informacjami o położeniu kursora na pasku statusu. Pomocny

może stać się mechanizm **współrzędnych względnych**, których punkt zerowy można dowolnie przestawiać. Zmianę jednostek w jakich są wyświetlane informacje na pasku statusu można przeprowadzić za pomocą klawisza skrótu **Alt-U**.

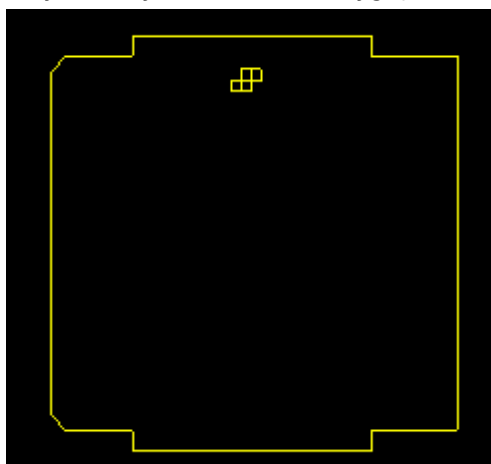
Nic nie stoi także na przeszkodzie by w obrysie płytki zawrzeć również krzywe : okręgi lub łuki :

1. Wybrać jedno z dostępnych narzędzi **Dodaj okrąg** lub **Dodaj łuk**.
2. Kliknąć w miejscu gdzie ma znaleźć się środek okręgu lub łuku.
3. Poruszając myszą ustawić odpowiedni promień.
4. Zakończyć rysowanie klikając ponownie.


Uwaga :

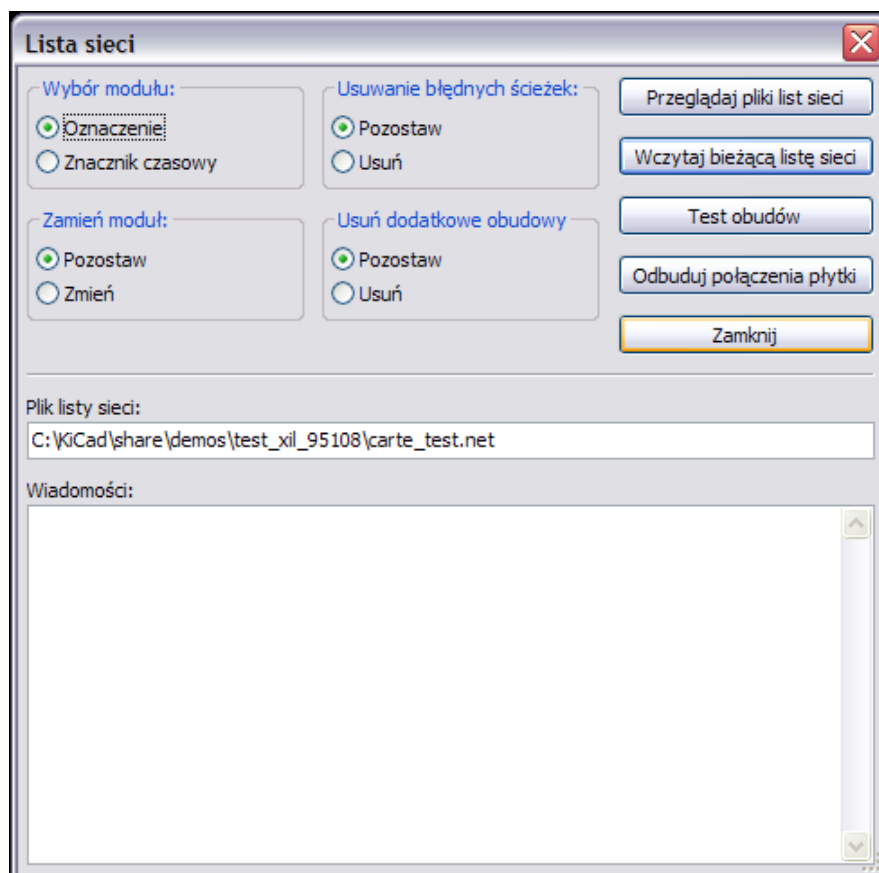
Szerokość linii stanowiącej obrys może zostać zmieniona w menu **Ustawienia** (zalecana szerokość to 150milsów) lub za pomocą jej właściwości, ale zmiana może nie być widoczna do czasu przełączenia widoku na widok pełny.

Przykładowy rezultat może wyglądać tak :

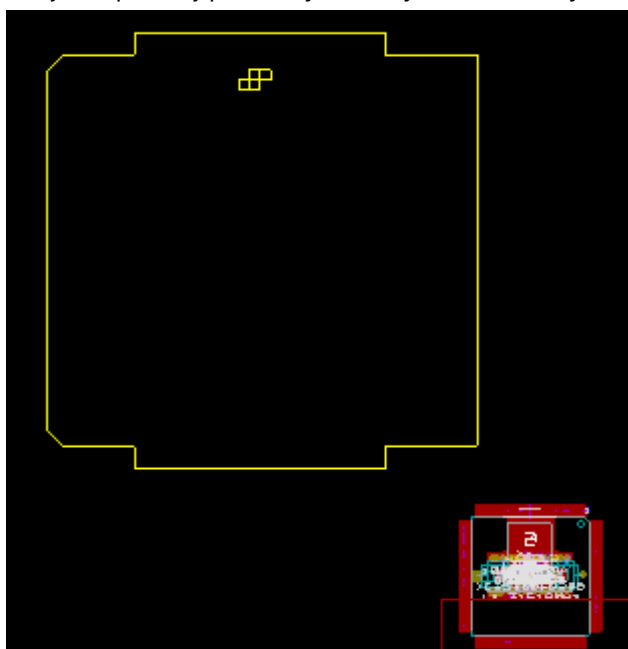


6.1.2. Odczytywanie listy sieci stworzonej na podstawie schematu

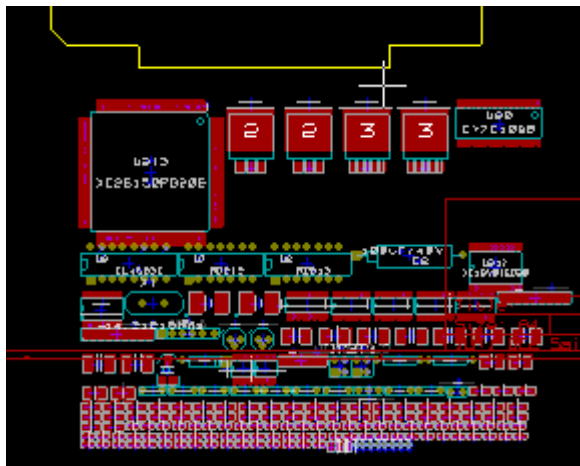
By wczytać listę sieci należy wybrać ikonę  na głównym pasku narzędzi. Otworzy się następujące okno dialogowe :



Jeśli pole z nazwą pliku listy sieci (ścieżką) w tym oknie nie jest poprawne, należy użyć przycisku **Przeglądaj pliki list sieci** by znaleźć poprawną listę sieci. Po tym należy użyć przycisku **Wczytaj bieżącą listę sieci** by program odczytał zawartość wybranego pliku. Moduły które nie zostały jeszcze załadowane, zostaną wczytane i umieszczone w jednym miejscu (później poznamy metody ich automatycznego układania).



Jeśli żaden moduł jeszcze nie został ustawiony, wszystkie moduły pojawią się w jednym miejscu, co może nieco przeszkadzać w rozpoznaniu każdego z nich. Można jednak je wstępnie rozłożyć używając polecenia **Przesuń wszystkie moduły** dostępnego z menu podręcznego. Poniżej znajduje się fragment obszaru roboczego po wykonaniu tego polecenia:



Ważna informacja :

Jeśli płytkę zostanie zmodyfikowana przez zamianę istniejących modułów na nowe przez **CvPcb** (na przykład przy zamianie rezystorów o mocy 0.25W na większe 0.5W), będzie wymagane skasowanie istniejących elementów przed załadowaniem przez **Pcbnew** modułów zastępczych. Jednakże, jeśli moduł ma zostać zamieniony przez istniejący moduł, łatwiej jest wykonać to używając okna z właściwościami modułów, dostępnego z menu podręcznego.

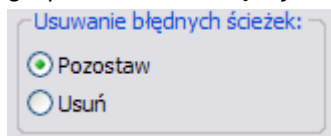
6.2. Poprawianie płytki

Bardzo często niezbędne jest poprawienie płytki po dokonaniu zmian na schemacie. Aby poprawki te przenieść również na płytkę należy :

1. Stworzyć nową listę sieci na podstawie zmodyfikowanego schematu.
2. Jeśli został dodany choćby jeden nowy element, należy mu przypisać moduł za pomocą **CvPcb**.
3. Na koniec wczytać nową listę sieci w programie **Pcbnew**.

6.2.1. Usuwanie nieprawidłowych ścieżek

Pcbnew umożliwia automatyczne skasowanie nieprawidłowych ścieżek, które mogłyby pozostać po zmianach. By taką możliwość włączyć należy w oknie zaznaczyć opcję **Usuń** w grupie *Usuwanie błędnych ścieżek*:

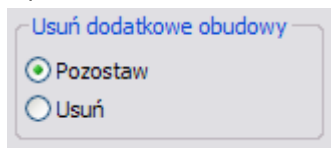


Można również dokonać modyfikacji tych ścieżek manualnie (funkcja DRC pozwala na zidentyfikowanie takich ścieżek).

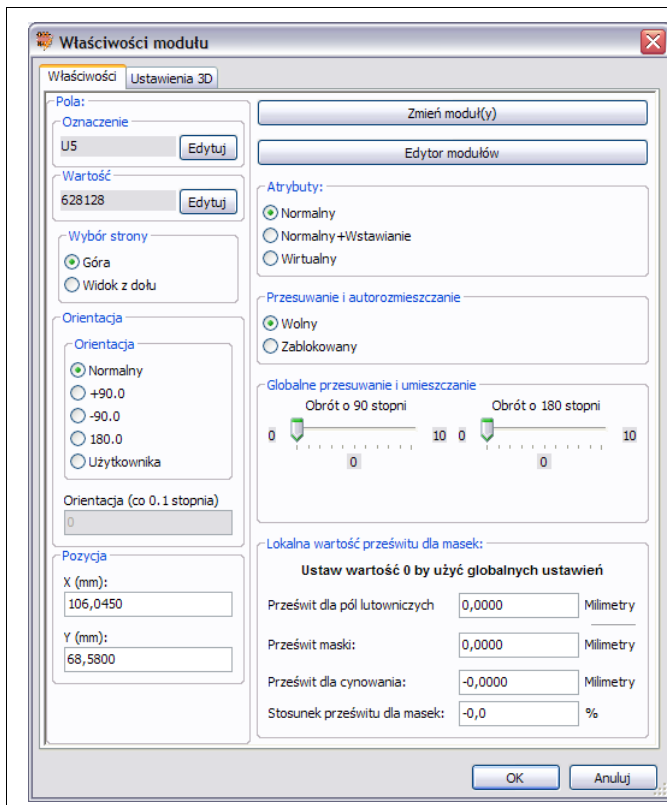
6.2.2. Usuwanie nadmiarowych elementów

Pcbnew może również usunąć moduły, które po zmianach na schemacie nie posiadają swojego odzwierciedlenia na liście sieci.

Operacja ta jest jednak opcjonalna. Powodem tego jest częste dodawanie dodatkowych modułów (np. otworów montażowych pod śruby mocujące), które są dodawane już wyłącznie z poziomu **Pcbnew** i nie mają swoich odpowiedników na schemacie.



Jeśli opcja *Usuń dodatkowe obudowy* jest aktywna, moduły nie odpowiadające elementom z listy sieci zostaną usunięte, chyba, że dla takich modułów zostanie zaznaczona opcja **Zablokowany** we właściwościach modułu.

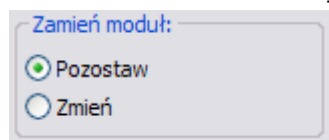


Opcja związana z blokowaniem modułów.

Ogólnie dobrym nawykiem jest aktywacja tej opcji dla wszystkich modułów stanowiących tylko elementy „mechaniczne”.

6.2.3. Modyfikacja modułów

Jeśli moduł został zmodyfikowany na liście sieci (przez program **CvPcb**) i taki moduł jest już umieszczony na płytce, to nie będzie on modyfikowany przez **Pcbnew**, chyba, że opcja **Zmień moduł** w oknie listy sieci będzie aktywna :

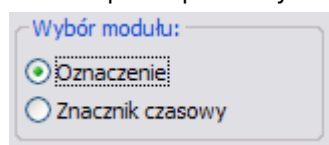


Zmiany modułów (na przykład rezystorów o innych rozmiarach) może być też wykonana bezpośrednio poprzez edycję **właściwości modułu**.

6.2.4. Opcje zaawansowane - wybór odcisków czasowych zamiast oznaczeń

Czasami oznaczenia na schemacie ulegają zmianie bez żadnych istotnych zmian w obwodzie drukowanym (dotyczy to samych oznaczeń – przykładowo z R5 na R6, U4 na U3...). PCB w takim przypadku pozostaje bez zmian (z wyjątkiem ewentualnie warstwy opisowej). Niemniej jednak wewnętrznie (na liście połączeń), komponenty i moduły są reprezentowane za pomocą ich oznaczeń.

W tej sytuacji pomocne może stać się zaznaczenie opcji **Znacznik czasowy** w grupie **Wybór modułu** przed ponownym odczytaniem listy sieci :



Z pomocą tej opcji, **Pcbnew** podczas wczytywania listy sieci identyfikuje moduły nie przez ich nadane im oznaczenia, ale przez odcisk czasowy nadawany im podczas wstawiania symboli na schemacie i który przenoszony jest przez **CvPcb** na moduły. Odcisk czasowy jest automatycznie generowany przez **Eeschema** i zawiera w sobie zakodowaną datę oraz czas umieszczenia symbolu na schemacie.

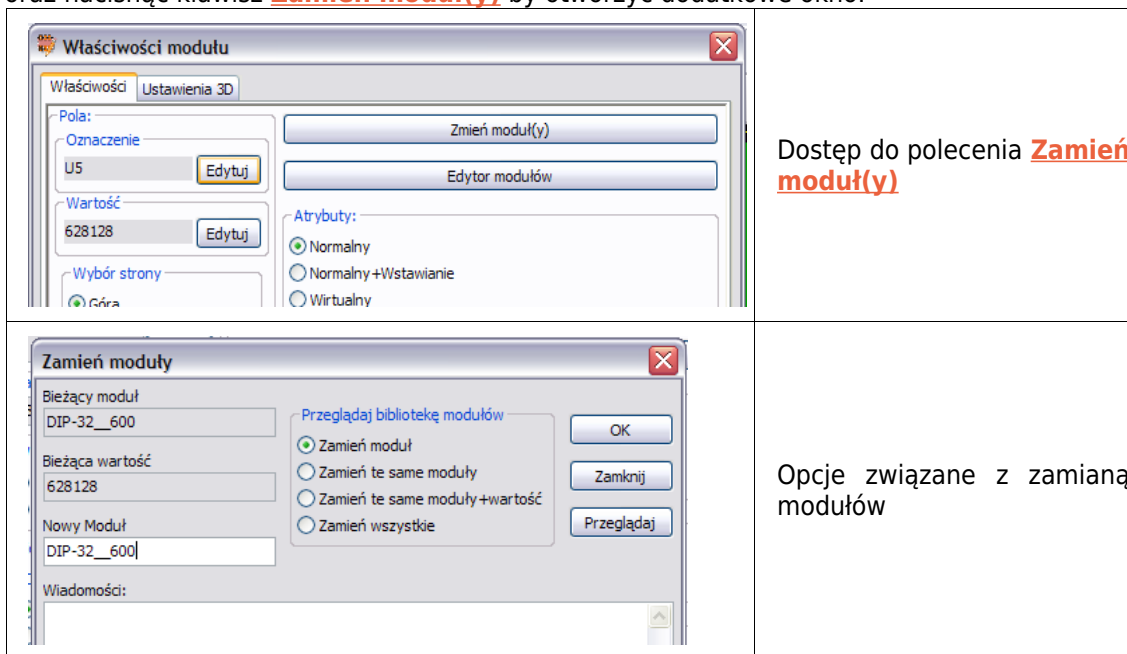
Stosując tą opcję należy zachować dodatkowe środki ostrożności ! (najlepiej wcześniej zapisać plik z projektem PCB).

Wynika to z tego, że zastosowana technika nieco się komplikuje w przypadku elementów zawierających wiele elementów składowych (np. 7400 ma 4 takie same części i jedną wspólną obudowę). W tej sytuacji, odcisk czasowy nie jest jednoznacznie określony (w 7400 nie będzie czterech odcisków - po jednym dla każdej części). Niemniej jednak, opcja odcisków czasowych zazwyczaj rozwiązuje problemy przy ponownie wykonanej numeracji schematu.

6.3. Błyskawiczna zamiana modułów umieszczonych na płycie

Błyskawiczna zamiana modułu (lub kilku identycznych modułów) na nowe moduły jest często bardzo użyteczna. Cały proces jest bardzo prosty.

Należy kliknąć na moduł jaki chcemy zmienić by otworzyć okno z **właściwościami modułu** oraz nacisnąć klawisz **Zmień moduł(y)** by otworzyć dodatkowe okno.



Dostęp do polecenia **Zmień moduł(y)**

Opcje związane z zamianą modułów

Aby zmienić moduł na inny, należy podać nazwę nowego modułu. Można ją wpisać ręcznie lub wybrać z listy dostępnych modułów (klawisz **Przeglądaj**) budowanej na podstawie zawartości bibliotek.

Przy zmianach modułów dostępne są dodatkowe opcje :

- *Zmień moduł* by zmienić tylko bieżący moduł.
- *Zmień te same moduły* by dokonać zmian dla wszystkich modułów takich samych jak bieżący moduł.
- *Zmień te same moduły+wartość* by dokonać zmian dla wszystkich modułów takich samych jak bieżący moduł, ale pomijając te które posiadają inną wartość.

Uwaga:

- *Zmień wszystkie* powoduje ponowne załadowanie wszystkich modułów na płytce.

7. Rozmieszczanie modułów

7.1. Wspomaganie rozmieszczania modułów

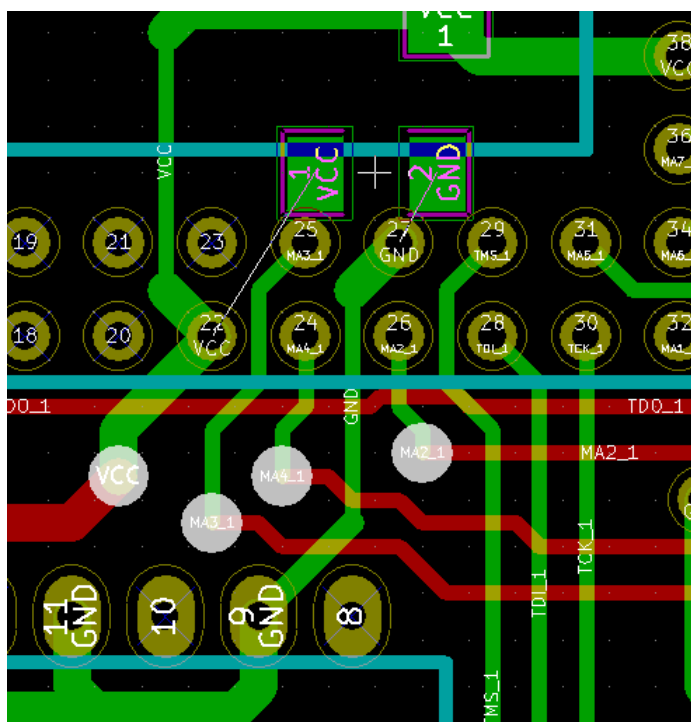
Podczas przesuwania modułów, można wyświetlić tzw. *ratsnets* (czyli linie wspomagające pokazujące połączenia), które wspomagają proces ustawiania elementów. By włączyć tą



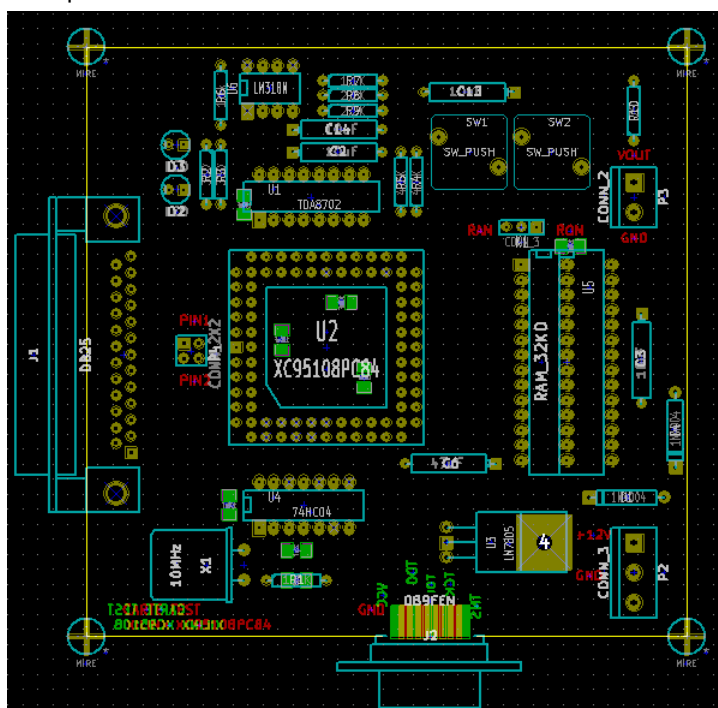
funkcję należy kliknąć i aktywować ikonę znajdującą się na lewym pasku narzędzi.

7.2. Rozmieszczanie manualne

Moduły można przemieszczać manualnie. Aby to zrobić, należy wybrać moduł z pomocą prawego przycisku myszy, a następnie wybrać polecenie **Przesuń** z menu podręcznego. Potem korzystając z myszy przesunąć moduł nad odpowiednią pozycję i umieścić go klikając lewym przyciskiem myszy. W razie potrzeby wybrany moduł można obracać, odwracać lub poddawać edycji. Aby przerwać operację należy wybrać z menu podręcznego polecenie **Anuluj** (lub nacisnąć klawisz Esc).

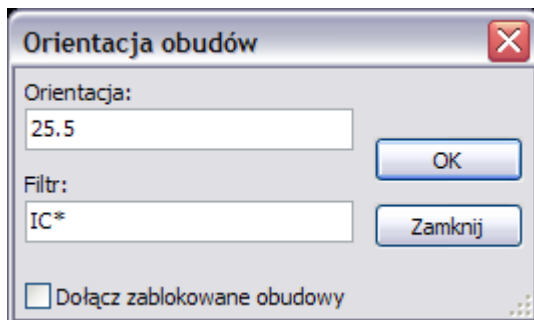


Na powyższym obrazku można zobaczyć moduł z aktywnymi liniami wspomagającymi podczas jego przesuwania. Układ elementów po rozmieszczeniu modułów może wyglądać w ten sposób:



7.3. Reorientacja modułów

Początkowo wszystkie moduły dziedziczą tą samą orientację jaką posiadają jako elementy biblioteczne (normalnie 0). Jeśli zachodzi potrzeba reorientacji dla poszczególnych modułów, albo wszystkich modułów (przykładowo wszystkie ułożone pionowo) należy użyć opcji [Globalne przesuwanie i umieszczanie / Zorientuj wszystkie moduły](#). Proces reorientacji może być wykonany również tylko dla wybranej grupy elementów; na przykład tylko dla tych modułów, których oznaczenia rozpoczynają się od IC.



7.4. Automatyczne przesuwanie modułów

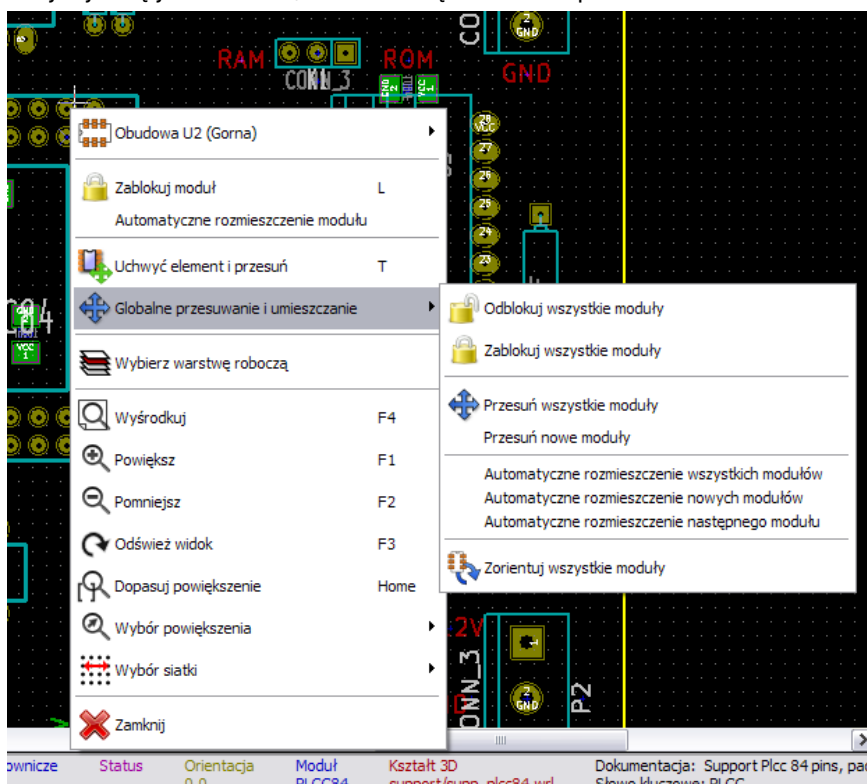
Generalnie, moduły mogą być przesuwane tylko jeśli nie zostały **zablokowane**. Atrybut ten może zostać wyłączony lub włączony z podręcznego menu, jakie rozwija się gdy nad modulem zostanie użyty prawy klawisz myszy, podczas trybu **automatycznego przesuwania modułów** lub z pomocą **Właściwości modułu**.

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale, nowe moduły załadowane podczas odczytywania listy sieci zostaną umieszczone w jednym miejscu na płycie. **Pcbnew** jednak udostępnia narzędzia do **automatycznego rozmieszczenia modułów**, co ułatwi proces wyboru i ustawiania modułów.

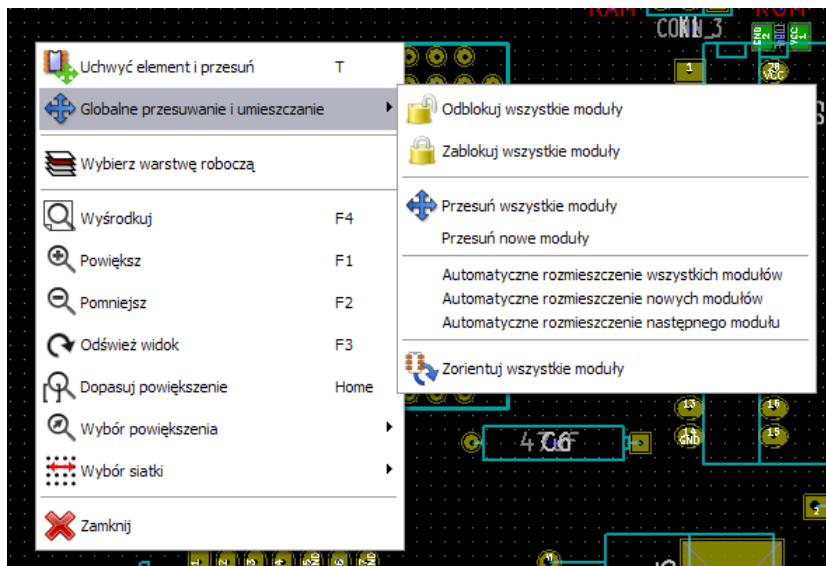
Narzędzia związane z rozmieszczaniem modułów staną się aktywne po wybraniu trybu



Automatycznego przesuwania modułów (Ikona na głównym pasku narzędzi). W tym trybie podręczne menu będzie wyglądać dwójako. Gdy w miejscu gdzie znajduje się kursor znajduje się jakiś moduł, menu to będzie miało postać:



Jeśli pod kursorem nie znajduje się żaden moduł, menu podręczne ulegnie skróceniu:



W obu przypadkach dostępne są następujące polecenia:

- ♦ **Przesuń wszystkie moduły** pozwala na automatyczne rozmieszczenie modułów które nie posiadają atrybutu **Zablokowany**. Polecenie to jest używane głównie po pierwszym wczytaniu listy sieci.
- ♦ **Przesuń nowe moduły** pozwala na automatyczne rozmieszczenie modułów, które jeszcze nie zostały umieszczone wewnątrz obrysu PCB. Polecenie to wymaga, by przed jego użyciem został narysowany początkowy **obrys płytki**, tak by było wiadomo jakie moduły można automatycznie rozmieścić.

7.5. Automatyczne rozmieszczanie modułów

7.5.1. Charakterystyka narzędzia do automatycznego rozmieszczania modułów

Automatyczne rozmieszczanie modułów umożliwia umieszczenie modułów na 2 warstwach płytki drukowanej (jednak przenoszenie modułów na dolną warstwę miedzi **nie jest** automatyczne).

Celem tego narzędzie jest również ustalenie najlepszej orientacji modułów (obróć o 0, 90, -90, 180 stopni).

Rozmieszczanie jest wykonywane zgodnie z algorytmem optymalizującym, który ma na celu zminimalizowanie długości połączeń wspomagających i dąży do stworzenia przestrzeni pomiędzy większymi modułami posiadającymi wiele padów. Kolejność rozmieszczania jest zoptymalizowana tak, by początkowo rozmieszczać większe moduły z większą ilością padów.


7.5.2. Przygotowanie pola edycji

Pcbnew może rozmieścić moduły automatycznie, jednakże wymagane jest wspomaganie tego procesu, ponieważ żadne oprogramowanie nie jest w stanie odgadnąć co użytkownik chciałby osiągnąć.

Przed wykonaniem automatycznego rozmieszczenia modułów należy:

- ♦ Stworzyć obrys płytki (Może być nawet dość skomplikowany, byle by **obrys został zamknięty**).
- ♦ Dokonać ręcznego rozmieszczenia kluczowych modułów bądź elementów (Złącz, otworów montażowych...).
- ♦ Podobnie poszczególne moduły SMD oraz moduły krytyczne (na przykład duże moduły) muszą znaleźć się na odpowiedniej stronie płytki i **trzeba to wykonać ręcznie**.
- ♦ Po zakończeniu ręcznego rozmieszczenia kluczowych modułów, moduły te muszą zostać zablokowane by automat ich już nie przemieszczał. W trybie



automatycznego przesuwania modułów (ikona  w stanie aktywnym) należy kliknąć prawym klawiszem i wybrać z podręcznego menu polecenie **Zablokuj moduł**. Można to również wykonać z pomocą okna dialogowego z Właściwościami modułu.

- ♦ Po tym można już uruchomić proces automatycznego rozmieszczania. W trybie **automatycznego przesuwania modułów**, kliknąć prawym klawiszem i z

podręcznego menu wybrać polecenie **Globalne przesuwanie i rozmieszczanie** – a następnie **Automatyczne rozmieszczenie wszystkich modułów**.

Podczas automatycznego rozmieszczania modułów **Pcbnew**, jeśli zachodzi taka potrzeba, może dokonywać optymalizacji związanej z reorientacją modułów. Jednakże obracanie modułów może zostać wykonane tylko jeśli będzie ono dopuszczalne dla danego modułu (zobacz **Edycja właściwości modułów**).

Zwykle, rezystory i kondensatory nie posiadające polaryzacji pozwalają na obrót o 180 stopni. Niektóre moduły (na przykład małe tranzystory) dopuszczają obrót o +/- 90 stopni oraz o 180 stopni.

Dla każdego modułu jeden z suwaków dopuszcza obrót o 90 stopni, a drugi suwak dopuszcza obrót o 180. Ustawienie ich w pozycji 0 uniemożliwia obrót, zaś ustawienie 10 dopuszcza go, a pośrednia wartość wskazuje możliwość obrotu w przód / tył.

Zezwolenie na obrót może zostać ustanowione w trakcie edycji modułu umieszczonego już na płytce. Jednak zalecane jest, by takie opcje były ustalane już na poziomie elementów bibliotecznych, gdyż opcje te mogą być dziedziczone za każdym razem kiedy dany moduł będzie używany.

7.5.3. Interaktywność automatycznego rozmieszczania modułów

Podczas automatycznego rozmieszczania elementów może być konieczne przerwanie tej operacji (klawiszem Esc) i ręcznego przemieszczenia modułu. Używając polecenia **Automatyczne rozmieszczenie następnego modułu** można wznowić proces automatycznego rozmieszczania z miejsca gdzie zostało ono przerwane.

Polecenie **Automatyczne rozmieszczenie nowych modułów** pozwala na automatyczne rozmieszczenie modułów, które nie zostały jeszcze umieszczone wewnątrz obrysu płytki. Polecenie to nie przesuwa już rozmieszczonych modułów wewnątrz obrysu, niezależnie od stanu blokady tych modułów.

Polecenie **Automatyczne rozmieszczenie modułu** pozwala zaś na ponowne rozmieszczenie modułu, który wskazuje kursor myszy, nawet gdy blokada modułu jest aktywna.

7.5.4. Uwagi końcowe

Pcbnew automatycznie określa możliwe strefy rozmieszczenia modułów biorąc pod uwagę również obrys płytki, który niekoniecznie musi być prostokątny (może być okrągły lub posiadać wycięcia ...).

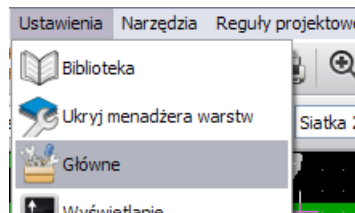
Jeśli płyta nie jest prostokątna, obrys musi być zamknięty aby **Pcbnew** mogło określić, co jest w środku i to, co jest poza obrysem. W ten sam sposób, jeśli na płytce występują wewnętrzne wycięcia, ich obrysy będą musiały być również zamknięte.

Pcbnew oblicza możliwe strefy umieszczenia modułów za pomocą obrysu płytki, następnie sprawdza każdy moduł po kolei przesuując go nad tym obszarem w celu ustalenia optymalnej pozycji na której może go umieścić.

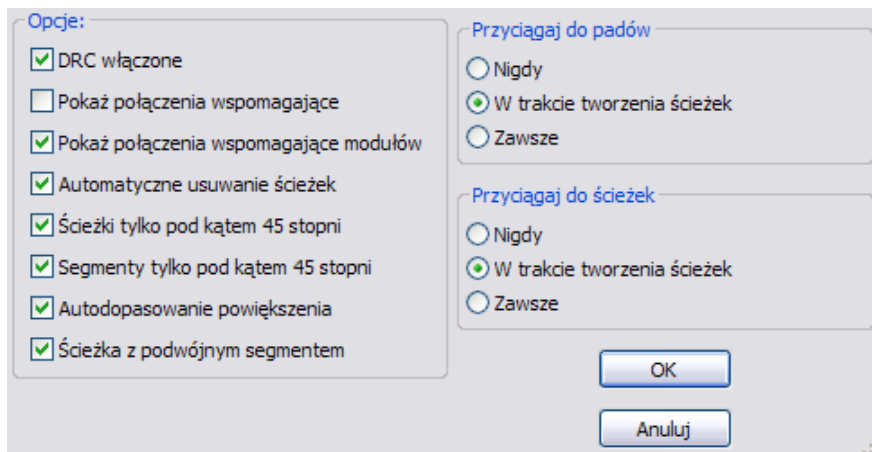
8. Ustawienia i parametry trasowania ścieżek

8.1. Opcje główne

Opcje główne można dostosować z pomocą menu **Ustawienia / Główne**:



Wywołanie tego polecenia spowoduje wyświetlenie okna z ustawieniami, a w nim szereg opcji (Nas w tej chwili interesują te z prawej strony):



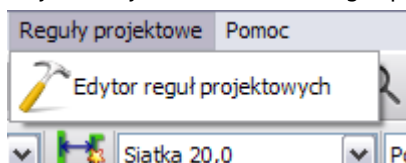
Dla ścieżek dostępne są następujące opcje:

- *Ścieżki tylko pod kątem 45 stopni*: Pozwala na prowadzenie ścieżek tylko pod kątem 0, 45 lub 90 stopni.
- *Ścieżka z podwójnym segmentem*: Podczas tworzenia ścieżek, zostaną wyświetlane dwa jej segmenty (jeśli ścieżka nie jest linią prostą).
- *Automatyczne usuwanie ścieżek*: Podczas tworzenia ścieżek, stare trasy nowo prowadzonych ścieżek zostaną automatycznie usunięte.
- *Przyciągaj do padów*: Powoduje, że podczas tworzenia ścieżek kursor będzie przyciągany do pada jeśli pojawi się w jego obrębie.
- *Przyciągaj do ścieżek*: Powoduje, że podczas tworzenia ścieżek kursor będzie przyciągany do załamań istniejących ścieżek.

8.2. Ustawienia Reguł projektowych

8.2.1. Dostęp do głównego okna reguł projektowych

Najważniejsze ustawienia reguł projektowych są dostępne z menu **Reguły projektowe**:



8.2.2. Bieżące ustawienia

Bieżące ustawienia są wyświetlane na pasku narzędziowym:



8.3. Klasy połączeń

Pcbnew pozwala na zdefiniowanie parametrów trasowania ścieżek dla każdej z sieci. W rzeczywistości taka funkcjonalność byłaby kłopotliwa, zatem wprowadzono system grupowania podobnych sieci.

- ◆ Grupa podobnych sieci jest zwana **klasą połączeń**.
- ◆ Na liście zawsze musi się znaleźć klasa **Default**.
- ◆ Użytkownik może zdefiniować inne klasy połączeń.

Dla pojedynczej klasy można zdefiniować:

- ◆ **Szerokość ścieżki** oraz **rozmiar przelotek** razem z rozmiarem wierceń.
- ◆ Minimalną odległość (*clearance*) jaką należy zachować pomiędzy padami i ścieżkami (lub przelotkami).

Podczas trasowania ścieżek, Pcbnew automatycznie wybiera odpowiednią klasę połączeń na podstawie nazwy sieci i jej przynależności do klasy, i stosuje ustalone dla danej klasy parametry ścieżek oraz przelotek.

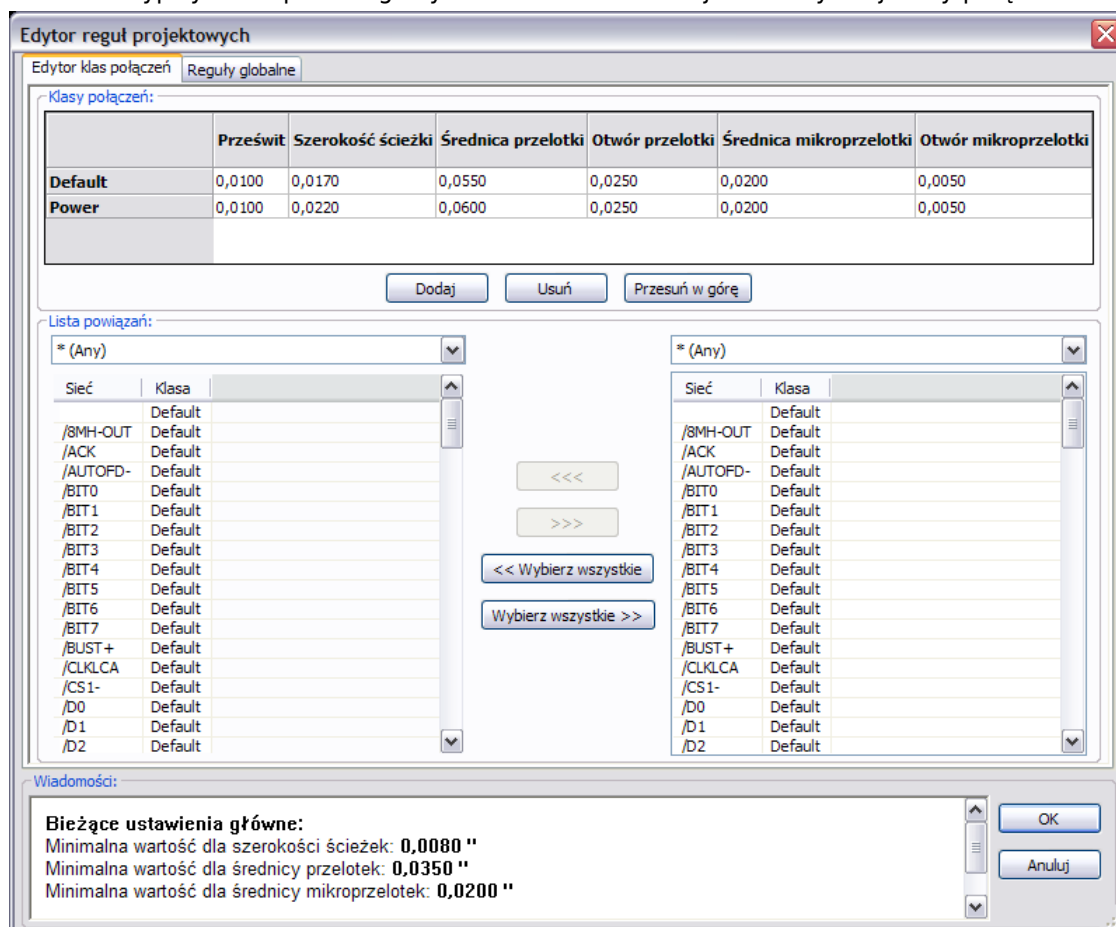
8.3.1. Ustawianie parametrów trasowanych ścieżek

Wybór parametrów trasowanych ścieżek jest również ustalany za pomocą **reguł projektowych**.

8.3.2. Edycja klas połączeń

Edytor klas połączeń pozwala na:

- ◆ Dodawanie lub usuwanie klas połączeń.
- ◆ Ustawiania dla poszczególnych klas szczególnych parametrów : odległość, szerokość ścieżek, rozmiar przelotek.
- ◆ Przypisywanie poszczególnych sieci do utworzonej lub domyślnej klasy połączeń.



8.3.3. Edycja reguł globalnych

Oprócz reguł związanych z klasami połączeń dostępne są też **reguły globalne**. Dotyczą one:

- ◆ Typów przelotek.
- ◆ Włączania/wyłączania **mikroprzelotek**.
- ◆ Ustawiania minimalnego prześwitu (minimalna odległość pomiędzy ścieżkami, przelotkami a punktami lutowniczymi).
- ◆ Ustawiania minimalnych rozmiarów ścieżek i przelotek.

Jeśli jakaś wartość jest mniejsza niż minimalna wartość określona tutaj, DRC wygeneruje błąd.

Drugi panel, w którym można określić globalne reguły projektowe wygląda następująco :

Edytor reguł projektowych

Edytor klas połączeń Reguły globalne

Opcje przelotek:

Domyślny typ przelotki:

☒ Przelotka na wylot
☐ Przelotka ślepa lub zagrzebana

Mikroprzelotki:

☒ Mikroprzelotki niedozwolone
☐ Mikroprzelotki dozwolone

Dopuszczalna wartość minimalna:

Minimalna szerokość ścieżki ("): 0,0080
Min. średnica przelotki ("): 0,0350
Min. rozmiar otworu przelotki ("): 0,0200
Min. średnica mikroprzelotki ("): 0,0200
Min. średnica otworu mikroprzelotki ("): 0,0050

Specyficzne średnice przelotek i szerokości ścieżek, które mogą być na żądanie użyte zamiennie z domyślnymi wartościami z klas połączeń dla wybranych segmentów ścieżek lub przelotek.

Własne rozmiary przelotek:

Średnica otworu: puste pole lub 0 => Domyślna wartość z klasy połączeń

	Średnica	Wiercenie
Przelotka 1	0,0600	0,0300
Przelotka 2		
Przelotka 3		
Przelotka 4		
Przelotka 5		
Przelotka 6		
Przelotka 7		

Własna szerokość ścieżek:

	Szerokość
Ścieżka 1	0,0150
Ścieżka 2	0,0300
Ścieżka 3	
Ścieżka 4	
Ścieżka 5	
Ścieżka 6	
Ścieżka 7	

Wiadomości:

Bieżące ustawienia główne:
Minimalna wartość dla szerokości ścieżek: 0,0080 "
Minimalna wartość dla średnicy przelotek: 0,0350 "
Minimalna wartość dla średnicy mikroprzelotek: 0,0200 "

OK Anuluj

Okno dialogowe pozwala także manualnie określić rozmiary ścieżek i przelotek wybranych przez użytkownika. Podczas trasowania ścieżek, można wybrać jedną z tych wartości by stworzyć ścieżkę lub przelotkę o innym rozmiarze pomijając tymczasowo domyślne wartości zapisane w klasach połączeń. System taki jest szczególnie użyteczny, gdy na krótkim odcinku będzie wymagana inna szerokość trasowanej ścieżki (np. w przypadku przeprowadzania ścieżek pomiędzy punktami lutowniczymi).

8.3.4. Parametry minimalne przelotek

Pcbnew obsługuje trzy typy przelotek:

- Przelotka **na wylot** (*through via*, zwykłe przelotki).
- Przelotki **ślepe** (*blind*) lub **zagrzebane** (*buried*).
- **Mikroprzelotki**, podobne do przelotek zagrzebanych ale ograniczone do zewnętrznych warstw i najbliższych im warstw sąsiednich. Są one przeznaczone do łączenia układów montowanych w technologii BGA z najbliższą warstwą wewnętrzną. Rozmiar takich przelotek jest bardzo mały, a otwory są wykonywane laserowo.

Domyślnie, wszystkie przelotki mają ten sam rozmiar odwiertu. To okno dialogowe określa najmniejsze akceptowalne wartości parametrów przelotek. Na płycie, mniejsze przelotki niż określone tutaj wygenerują błąd DRC.

8.3.5. Parametry minimalne ścieżek

Określa minimalną, akceptowalną szerokość ścieżki. Na płycie, mniejsze szerokości ścieżek niż określone tutaj wygenerują błąd DRC.

8.3.6. Własne rozmiary ścieżek

Własne rozmiary przelotek:

Średnica otworu: puste pole lub 0 => Domyślna wartość z klasy połączeń

	Średnica	Wiercenie
Przelotka 1	0,0600	0,0300
Przelotka 2		
Przelotka 3		
Przelotka 4		
Przelotka 5		
Przelotka 6		
Przelotka 7		

Własna szerokość ścieżek:

	Szerokość
Ścieżka 1	0,0150
Ścieżka 2	0,0300
Ścieżka 3	
Ścieżka 4	
Ścieżka 5	
Ścieżka 6	
Ścieżka 7	

Z pomocą tego panelu można określić **własne rozmiary ścieżek i przelotek**. Podczas ręcznego trasowania można użyć tych parametrów zamiast tych dziedziczonych z klasy połączeń.

8.4. Przykłady i typowe rozmiary

8.4.1. Rozmiary ścieżek według norm IPC

Użyj największej możliwej wartości, zgodnie z minimalnymi rozmiarami podanymi tutaj:

Jednostka	CLASS 1	CLASS 2	CLASS 3	CLASS 4	CLASS 5
mm	0,8	0,5	0,4	0,25	0,15
mils	31	20	16	10	6

8.4.2. Prześwit pomiędzy ścieżkami

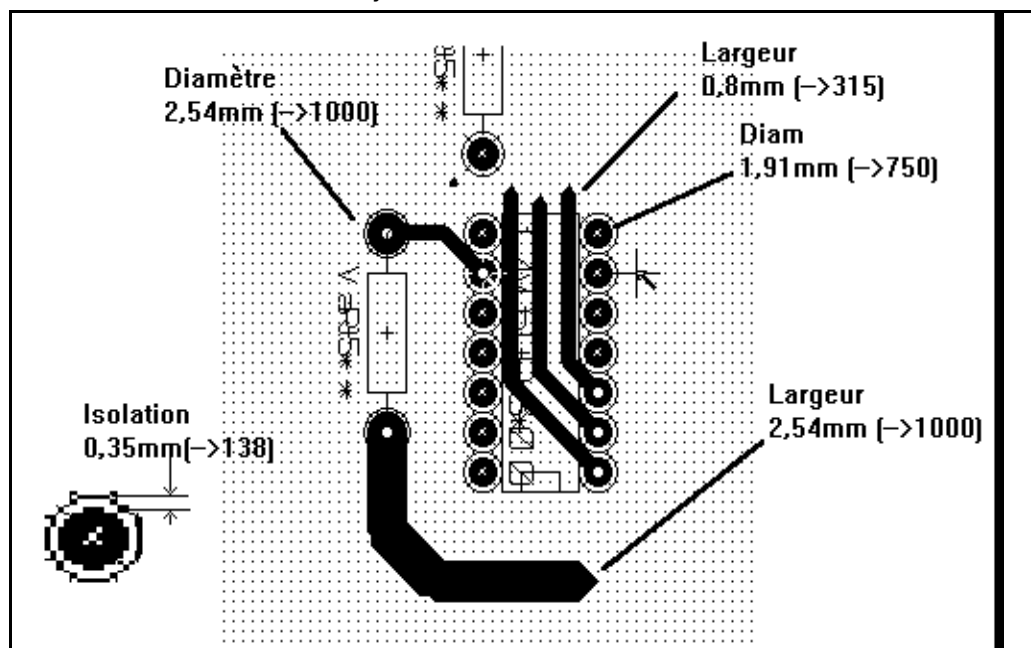
Jednostka	CLASS 1	CLASS 2	CLASS 3	CLASS 4	CLASS 5
mm	0,7	0,5	0,35	0,23	0,15
mils	27	20	14	9	6

Zwykle, minimalny prześwit jest bardzo podobny do minimalnej szerokości ścieżki.

8.4.3. Przykłady stosowanych reguł projektowych

8.4.3.1. 'Prosty' - stosowanych w amatorskich PCB

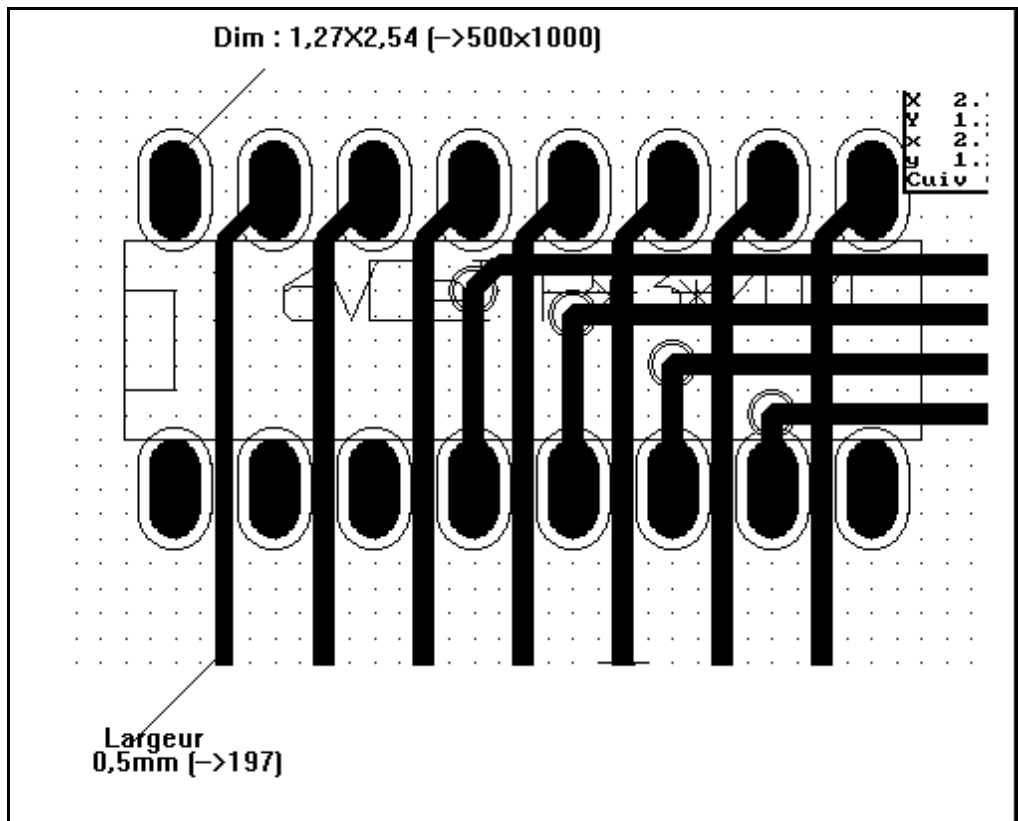
- ◆ Prześwit: 0.35mm (0.0138 cali).
- ◆ Szerokość ścieżki: 0.8mm (0.0315 cali).
- ◆ Rozmiar padu dla układów scalonych i przelotek: 1.91mm (0.0750 cali).
- ◆ Rozmiar padu dla elementów dyskretnych: 2.54mm (0.1 cala).
- ◆ Szerokość ścieżki masy: 2.54mm (0.1 cala).



8.4.3.2. 'Standard'

- ◆ Prześwit: 0.35mm (0.0138 cala).
- ◆ Szerokość ścieżki: 0.5mm (0.0127 cala).

- ♦ Szerokość pada dla układów scalonych: stosuje się wydłużanie padów by umożliwić prowadzenie ścieżek pomiędzy padami i dać jeszcze wystarczającą ilość miejsca na powierzchnię kleju (1.27x2.54 mm -->0.05x0.1 cala).
- ♦ Przelotki: 1.27mm (0.0500 cala).



8.5. Manualne trasowanie ścieżek


Trasowanie manualne **jest zalecane**, a to dlatego, że jest to jedyna metoda oferująca pełną kontrolę nad priorytetami trasowania ścieżek. Przykładowo, preferowane jest rozpoczęcie trasowania od ścieżek zasilania, tak by miały one właściwą szerokość, odpowiednio krótką długość oraz były znacząco odseparowane od ścieżek sygnałowych (dla sygnałów analogowych lub cyfrowych). A następnie należy trasować newralgiczne ścieżki.

Pośród innych problemów, automatyczne trasowanie ścieżek często wymaga wielu przelotek. Jednak automatyczne trasowanie może być przydatne w pozycjonowaniu modułów. Wraz z nabywaniem doświadczenia, prawdopodobnie dla wielu początkujących projektantów stanie się jasne, że automatyczne trasowanie jest przydatne do szybkiego trasowania „oczywistych ścieżek”, jednak pozostałe ścieżki najlepiej jest trasować ręcznie.


8.5.1. Pomoc w trasowaniu ścieżek

Pcbnew oferuje parę ułatwień przy trasowaniu manualnym.

Może na przykład wyświetlać **połączenia wspomagające** (*ratsnest*), jeśli opcja  na lewym panelu jest aktywna.


Narzędzie  pozwala zaś na **podświetlenie wybranej sieci**, wystarczy tylko kliknąć na ścieżkę lub na pad należący do danej sieci by została ona w całości wyróżniona. Aby skasować podświetlenie wystarczy ponownie kliknąć, ale tym razem w puste pole na obszarze roboczym.

Nad procesem trasowania ścieżek czuwa również **DRC**, które sprawdza ścieżki podczas ich trasowania w czasie rzeczywistym i nie dopuści do tworzenia ścieżek, które nie spełniają reguł DRC.

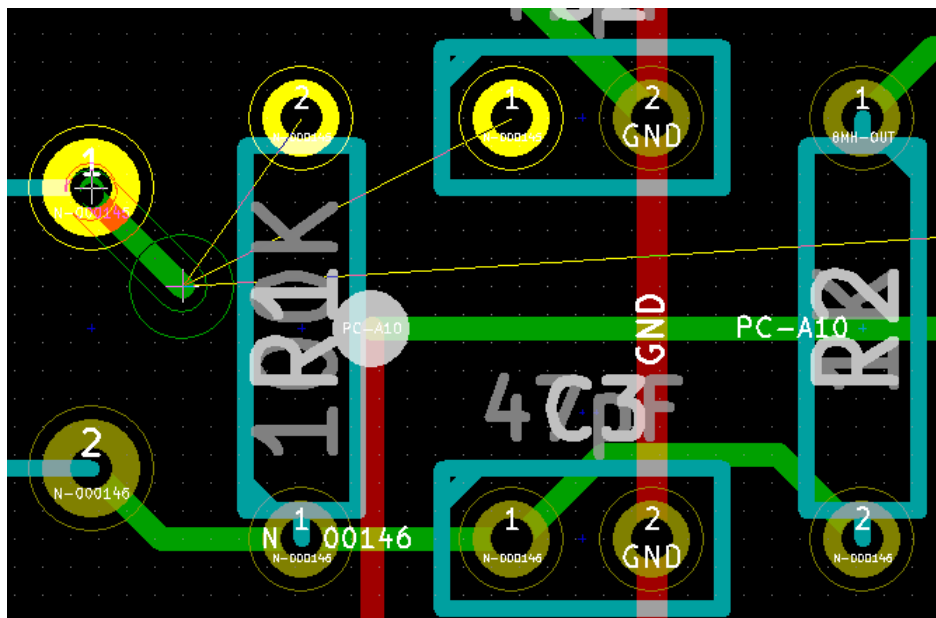
Można również wyłączyć DRC za pomocą ikony  na lewym pasku narzędzi, ale **jest to niezalecane i w sumie niebezpieczne**. Opcja ta powinna być wyłączana tylko w szczególnych przypadkach.

8.5.2. Trasowanie ścieżek

Dostęp do narzędzia do trasowania ścieżek jest możliwy na trzy sposoby :

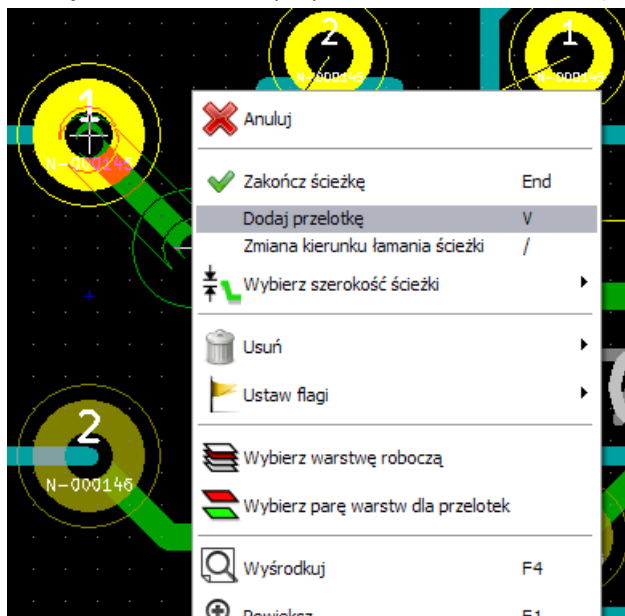
1. Można użyć ikony  znajdującej się na prawym pasku narzędzi.
2. Można użyć polecenia **Dodaj / Ścieżka** z głównego menu.
3. Można użyć klawisza skrótu : domyślnie **X**.

Nowa ścieżka musi rozpoczynać od punktu lutowicznego albo na innej ścieżce, ponieważ **Pcbnew** musi wiedzieć do jakiej sieci ma należeć nowo trasowana ścieżka (oraz w celu dopasowania reguł DRC).




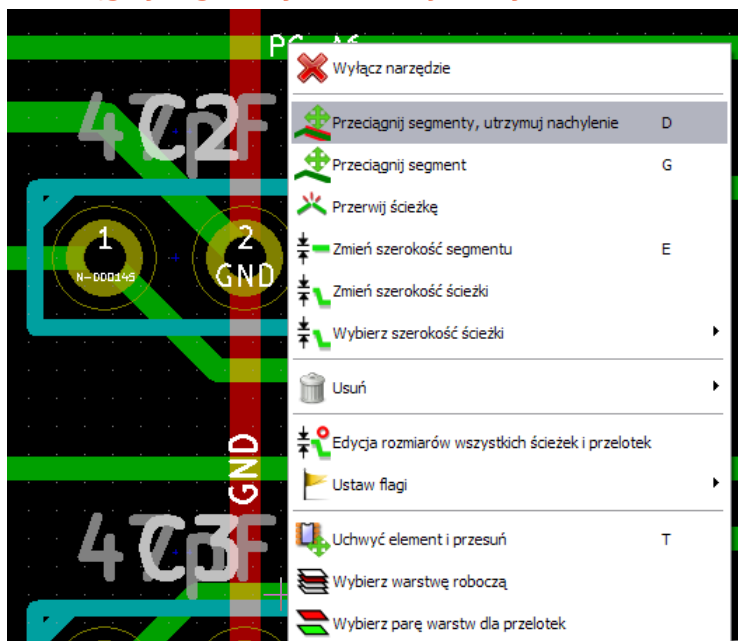
Podczas prowadzenia ścieżki, **Pcbnew** wyświetla najbliższe **połączenia wspomagające** (ich ilość można określić za pomocą opcji *Maksymalna ilość łącz* w oknie dialogowym wywoływanym przez polecenie **Ustawienia / Główne**), a także automatycznie podświetla punkty lutowiczne należące do tej samej sieci.

Aby zakończyć trasowanie ścieżki można posłużyć się menu podręcznym gdzie wybieramy polecenie **Zakończ ścieżkę**. Można również skorzystać z odpowiedniego klawisza skrótu (domyślnie **End**) albo po prostu dwukrotnie kliknąć lewym klawiszem myszy.



8.5.3. Przesuwanie i przeciąganie ścieżek

Gdy aktywne jest narzędzie do trasowania ścieżek , ścieżkę znajdującą się w miejscu kursora można **przesuwać** wybierając klawisz skrótu **M**. W podobny sposób można również ścieżkę **przeciągać** (łącznie z najbliższymi jej segmentami) używając klawisza skrótu **G**. **Pcbnew** oferuje jeszcze jeden sposób na przeciąganie segmentów ścieżek, z zachowaniem nachylenia pozostałych segmentów. Opcja ta jest dostępna z menu podręcznego: **Przeciągnij segmenty, zachowaj nachylenie**.



8.5.4. Wstawianie przelotek

Przelotki mogą być umieszczane **tylko podczas trasowania** ścieżek :

- ♦ Z wykorzystaniem opcji **Wstaw przelotkę** z menu podręcznego.
- ♦ Za pomocą klawisza skrótu (domyślnie **V**).
- ♦ Automatycznie, jeśli podczas trasowania zostaje zmieniona warstwa sygnałowa za pomocą odpowiednich klawiszy skrótów.

8.6. Wybór/Edycja szerokości ścieżek oraz rozmiaru przelotek

Po kliknięciu na ścieżce lub polu lutowniczym, **Pcbnew** automatycznie wybiera odpowiednią **klasę połączeń** i szerokość ścieżki oraz rozmiar przelotki pochodzący będzie z parametrów tej klasy.

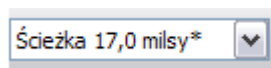
Jak wcześniej zostało zauważone, **edytor Reguł globalnych** posiada narzędzie do wprowadzenia dodatkowych rozmiarów ścieżek i przelotek. Aby móc ich używać podczas trasowania ścieżek można korzystać z :

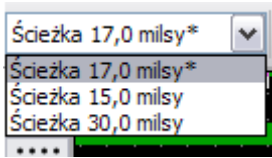
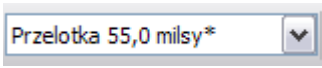
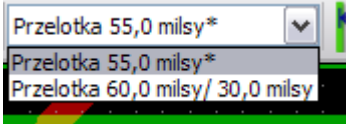

- ♦ List rozwijanych na górnym pasku narzędzi.
- ♦ Menu podręcznego, wybierając podmenu **Wybierz szerokość ścieżki**.

Dlatego użytkownik może korzystać z domyślnych wartości z klas połączeń, lub w razie potrzeby określonej wartości.

8.6.1. Używanie opcji z paska narzędzi

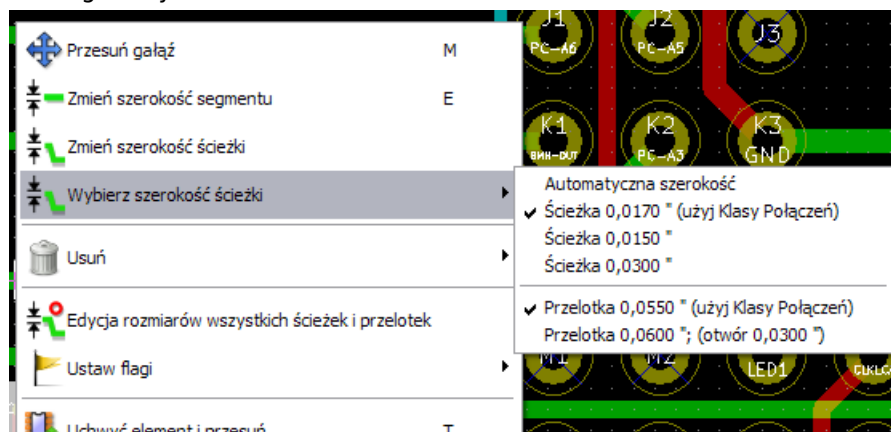


	<p>Wyświetla aktualną szerokość ścieżki. Gwiazdka oznacza, że dana wartość jest wartością domyślną z klasy połączeń.</p>
---	--

	<p>Z pomocą rozwijanej listy można wybrać szerokość ścieżki. Pierwsza wartość na liście jest zawsze wartością ustaloną w klasie połączeń. Inne wartości to szerokości ścieżek wpisane w zakładce <i>Reguły Globalne</i>.</p>
	<p>Wyświetla aktualny rozmiar przelotki. Gwiazdka oznacza, że dana wartość jest wartością domyślną z klasy połączeń.</p>
	<p>Z pomocą rozwijanej listy można wybrać rozmiar przelotki. Pierwsza wartość na liście jest zawsze wartością ustaloną w klasie połączeń. Inne wartości to rozmiary przelotek wpisane w zakładce <i>Reguły Globalne</i>.</p>
	<p>Gdy ta opcja jest włączona wybór szerokości ścieżek jest automatyczny. Gdy nowa ścieżka rozpoczyna się na istniejącej ścieżce, nowa ścieżka dziedziczy swoją szerokość z istniejącej ścieżki.</p>

8.6.2. Używanie menu podręcznego

Można wybrać nowy rozmiar przed trasowaniem lub zmienić uprzednio stworzone przelotki lub segmenty ścieżek.

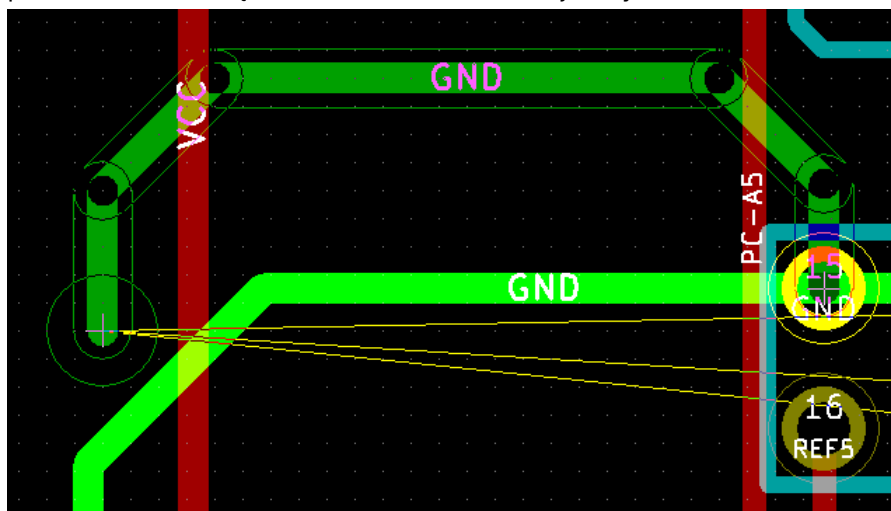


Jeśli chcielibyśmy zmienić wiele rozmiarów przelotek (lub ścieżek), najlepszym rozwiązaniem jest użycie specjalnej klasy połączeń dla sieci, które muszą być zmienione (Zobacz **Zmiany globalne ścieżek i przelotek**).

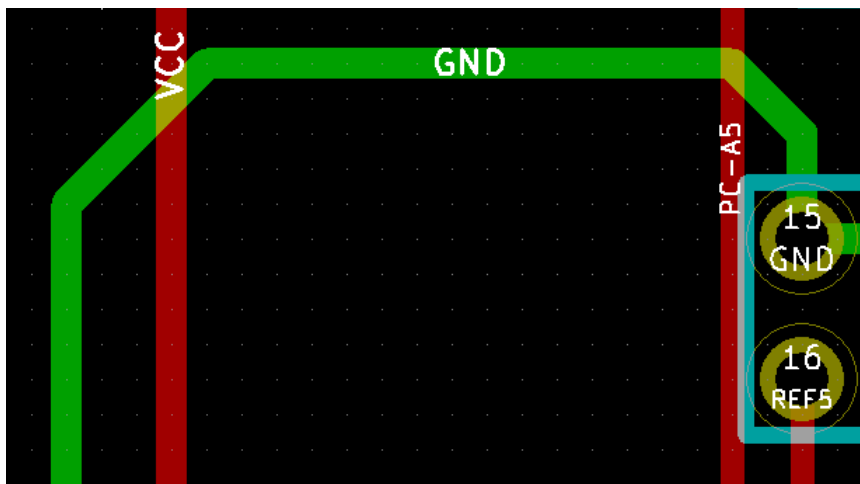
8.7. Edycja i korekcja ścieżek

8.7.1. Zmiana trasy ścieżki

W wielu przypadkach zmiana prowadzenia ścieżki jest wystarczająca. Poniższy rysunek przedstawia ścieżkę w trakcie tworzenia nowej trasy:



Gdy nowa ścieżka zostanie zakończona:

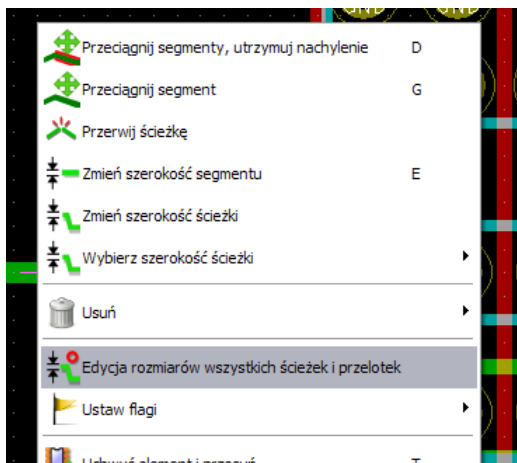


Pcbnew automatycznie **usunie** starą ścieżkę jeśli jest ona zbędna i tworzyła by niezamierzoną pętlę. Opcja usuwania starych ścieżek może być również wyłączona w opcjach.

8.8. Zmiany globalne ścieżek i przelotek

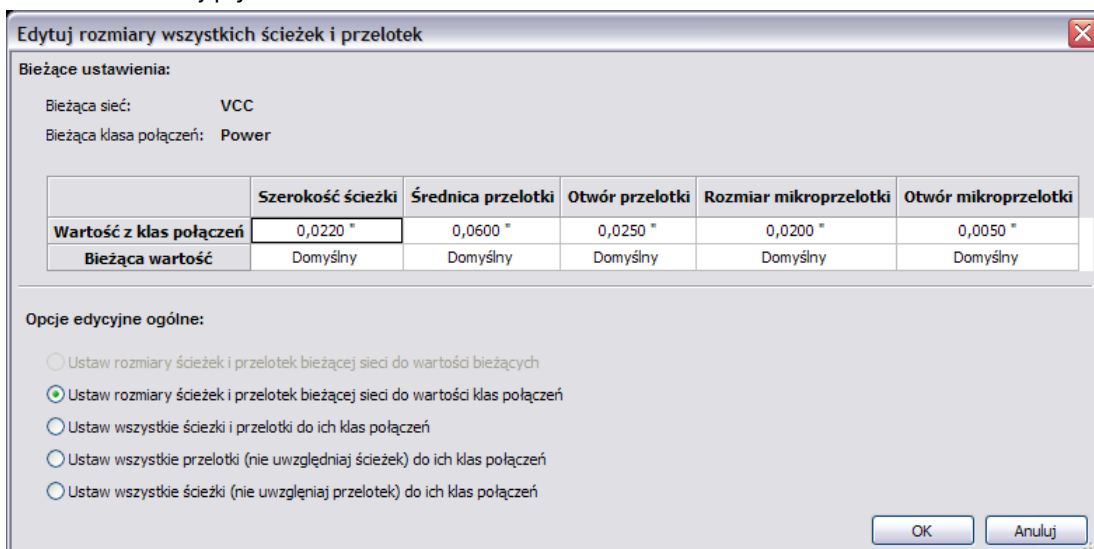
Czasami zachodzi potrzeba, by w zaprojektowanej płytce poprawić niektóre ścieżki lub przelotki. W przypadku dużej ilości zmian, modyfikacja krok po kroku byłaby czasochłonna.

Pcbnew umożliwia jednak zautomatyzowanie tego procesu z pomocą polecenia **Edycja rozmiarów wszystkich ścieżek i przelotek** dostępną z menu podręcznego :



Pojawiające się wtedy okno dialogowe pozwala na zmiany globalne ścieżek i/lub przelotek dla :

- ◆ Bieżącej sieci.
- ◆ Dla całej płytki.



9. Tworzenie wypełnionych stref

Strefy wypełnienia definiowane są za pomocą obrysu (zamkniętego wielokąta) i mogą zawierać przestrzeń niewypełnioną (zamknięte wielokąty wewnątrz obrysu). Strefy można umieszczać zarówno na warstwach sygnałowych jak i technicznych.

9.1. Tworzenie wypełnionych stref na warstwach sygnałowych (miedzi)

Połączenia padów (oraz ścieżek) wykonanych w postaci wypełnionej strefy są testowane przez DRC. Dlatego też strefy muszą zostać **wypełnione** (nie tylko utworzone) by mogły połączyć pady znajdujące się w tej samej sieci.

Pcbnew używa obecnie segmentów ścieżek lub płaszczyzn do wypełniania stref. Każda z tych opcji ma swoje zalety jak i wady, na przykład przy przerysowywaniu obszaru roboczego. Końcowy rezultat jest zawsze taki sam.

Z powodu czasu jaki zajmuje wypełnienie strefy, wypełnianie nie jest wykonywane na bieżąco po każdej zmianie. Ponowne wypełnienie strefy jest wykonywane przy :

- ♦ ***Wydaniu polecenia wypełnienia strefy.***
- ♦ ***Gdy przeprowadzany jest test DRC.***

W związku z powyższym, strefy muszą być ponownie wypełnione po zmianach w prowadzeniu ścieżek lub przy zmianach punktów lutowniczych.

Strefy (zazwyczaj pola masy lub pola zasilania) są podłączone z jedną wybraną siecią. Dlatego też, przy tworzeniu strefy należy :

- ♦ Wybrać **parametry strefy** (nazwa sieci, warstwa...) Przełączenie warstwy i podświetlenie tej sieci nie jest wymagane, ale należy to do dobrych praktyk.
- ♦ **Stworzyć obrys strefy** ograniczający ją tylko do wybranego obszaru (Jeśli nie będzie on wybrany to strefa obejmie **całą płytke**).
- ♦ Wypełnić strefę.

Pcbnew próbować będzie wypełnić strefę w całości i zwykle nie będzie ona posiadać żadnych niepołączonych bloków. Jednak może się zdarzyć, że z powodu przeszkód niektóre fragmenty pozostaną niewypełnione.

Strefy nie posiadające przypisanej sieci nie są czyszczone i mogą posiadać oddzielne wysepki. Program Pcbnew przy tworzeniu takiej strefy wyświetla stosowne ostrzeżenie.

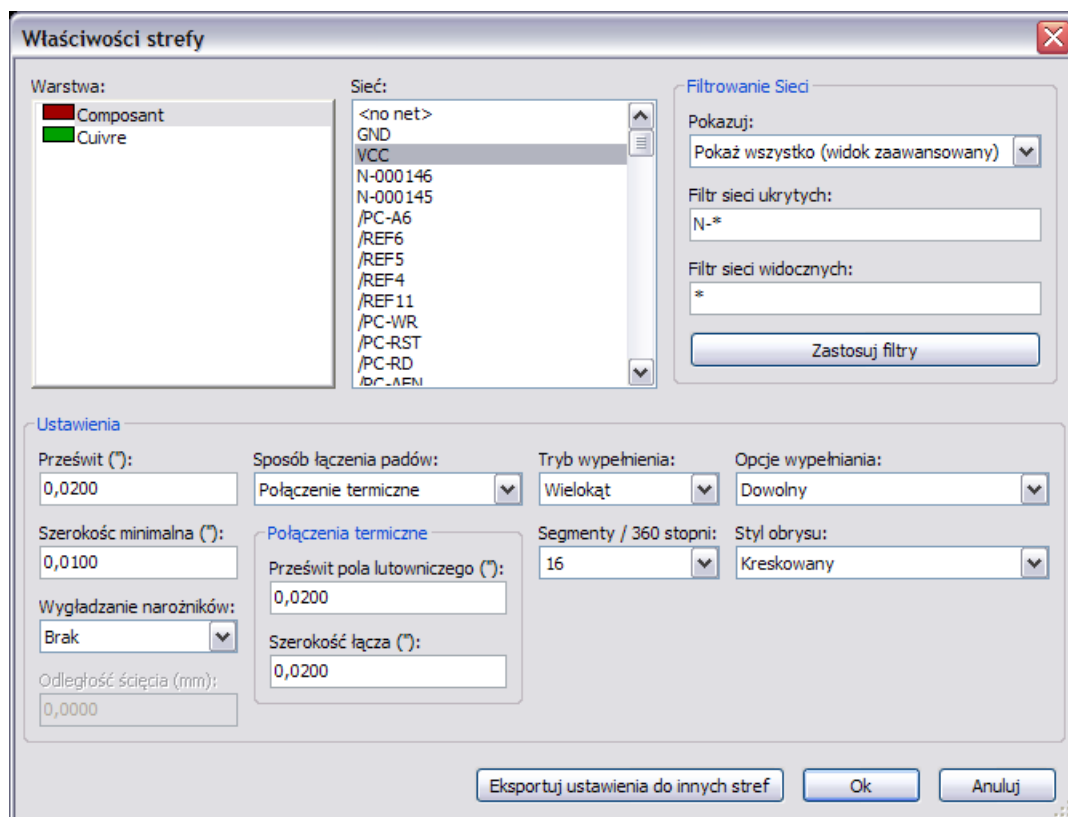
9.2. Tworzenie stref na warstwach sygnałowych

9.2.1. Tworzenie krawędzi strefy



Aby narysować strefę należy użyć narzędzia ukrytego pod ikoną . **Warstwą aktywną w tym wypadku musi być jedna z warstw sygnałowych (miedzi).**

Gdy kliknie się na obszarze roboczym w miejscu gdzie ma zaczynać się obrys strefy, otworzy się okno dialogowe z opcjami strefy:



Można tu ustalić **parametry** dla rysowanej strefy (sieć do której będzie należeć, warstwa, opcje wypełnienia, opcje łączenia z polami lutowniczymi...). Opcje te zostaną opisane dalej.

Po określeniu parametrów należy na wybranej warstwie narysować **obrys strefy**.

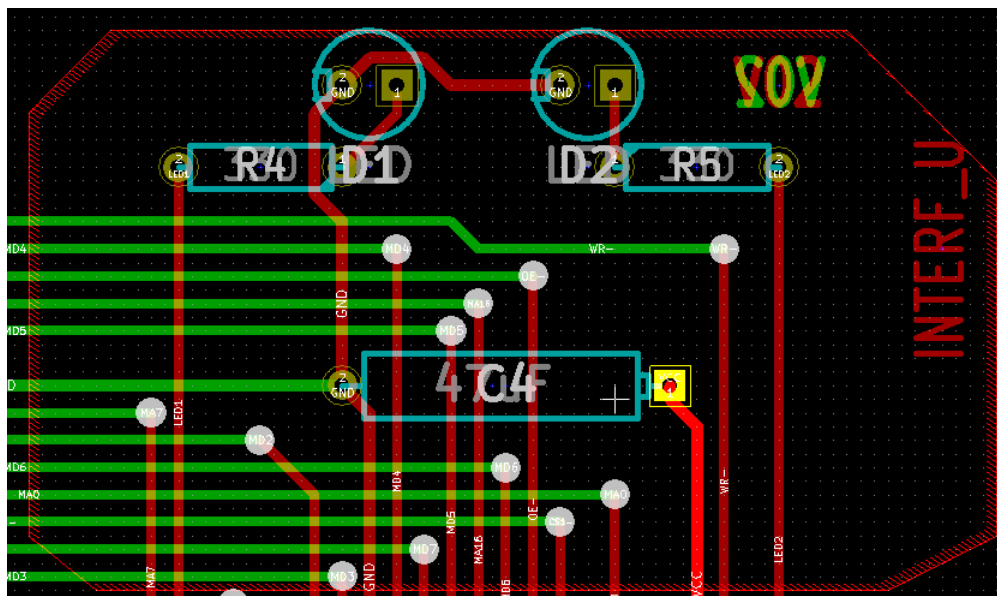
Obrys strefy to wielokąt, którego kolejne narożniki są rozmieszczane w miejscach gdzie dokonano kliknięć myszą (*lewym klawiszem*). Podwójne kliknięcie kończy rysowanie wielokąta.

Tworzony wielokąt jest zamykany automatycznie. Jeśli zatem punkt początkowy nie znajduje się w miejscu końcowym obrysu, **Pcbnew doda dodatkowy segment łączący te punkty.**

Uwaga:

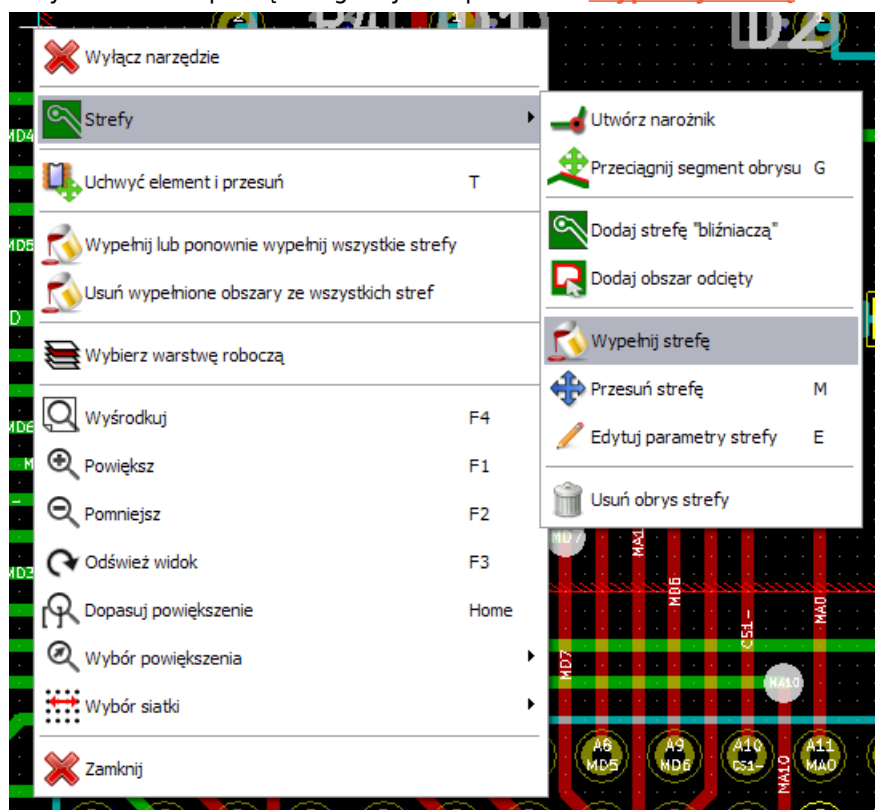
- **Kontrola DRC jest aktywna** podczas tworzenia obrysu strefy.
- Narożnik, który mógłby wygenerować błąd DCR **NIE** zostanie zaakceptowany przez Pcbnew.

Na poniższym rysunku znajduje się narysowany **obrys strefy** (linia z wypełnieniem kreskowym):

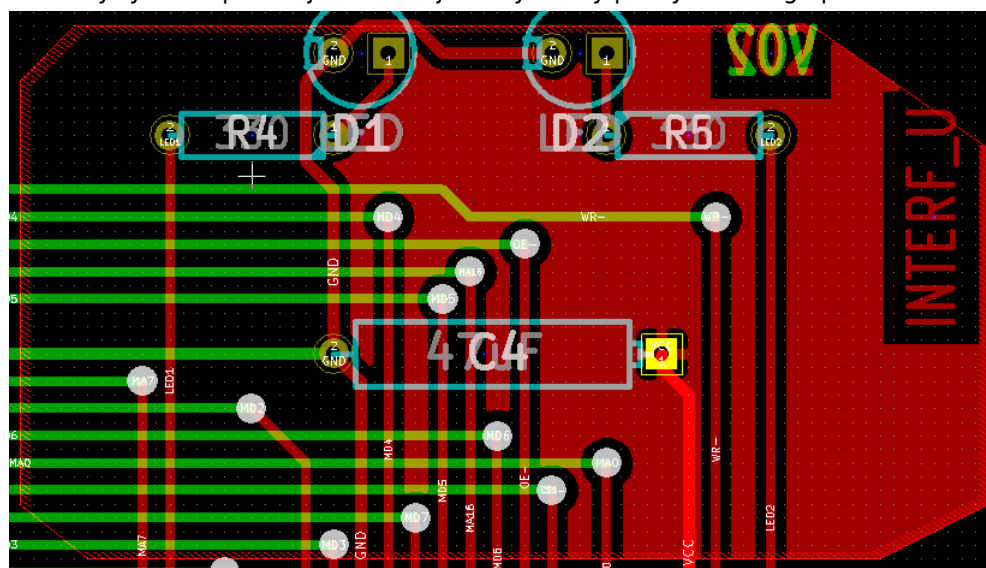


9.2.2. Wypełnianie strefy

By móc wypełnić strefę należy kliknąć prawym klawiszem w miejscu gdzie znajduje się linia obrysu i z menu podręcznego wybrać polecenie **Wypełnij strefę**:



Poniższy rysunek pokazuje rezultat jaki uzyskamy po wydaniu tego polecenia:



Jak widać wolne obszary wewnątrz obrysu zostały wypełnione jednolitą płaszczyzną.

Można jednak zauważyć, że w obrysie strefy znalazły się też pola które nie zostały wypełnione. Dzieje się tak dlatego, że pola te nie mają możliwości połączyć się z resztą strefy:

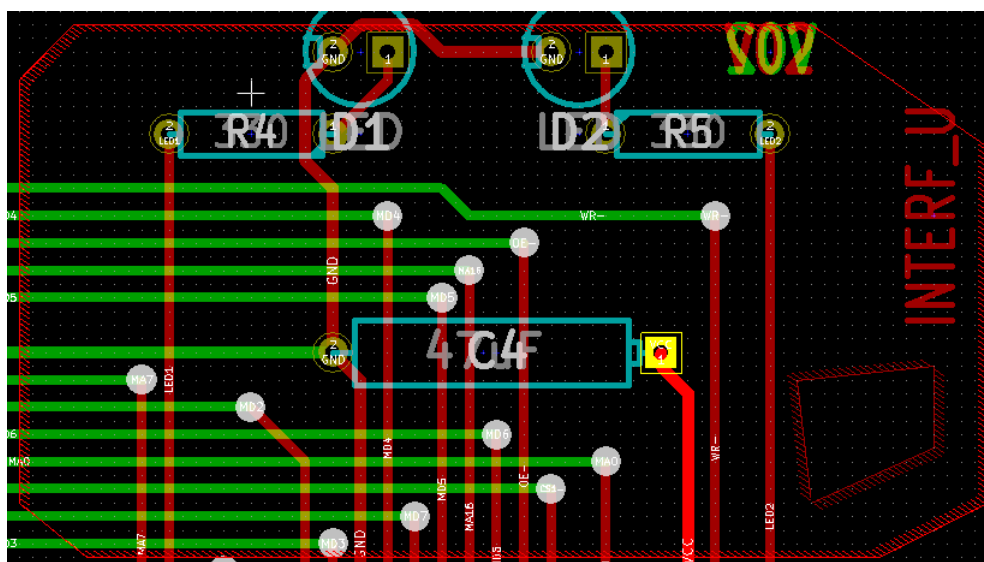
- Jedną z przeszkód jest ścieżka przechodząca przez dwie przeciwległe krawędzie.
- Nie ma też żadnego punktu łączącego ten obszar z pozostałym.

Dlatego też, Pcbnew automatycznie usunął pola niewypełnione.

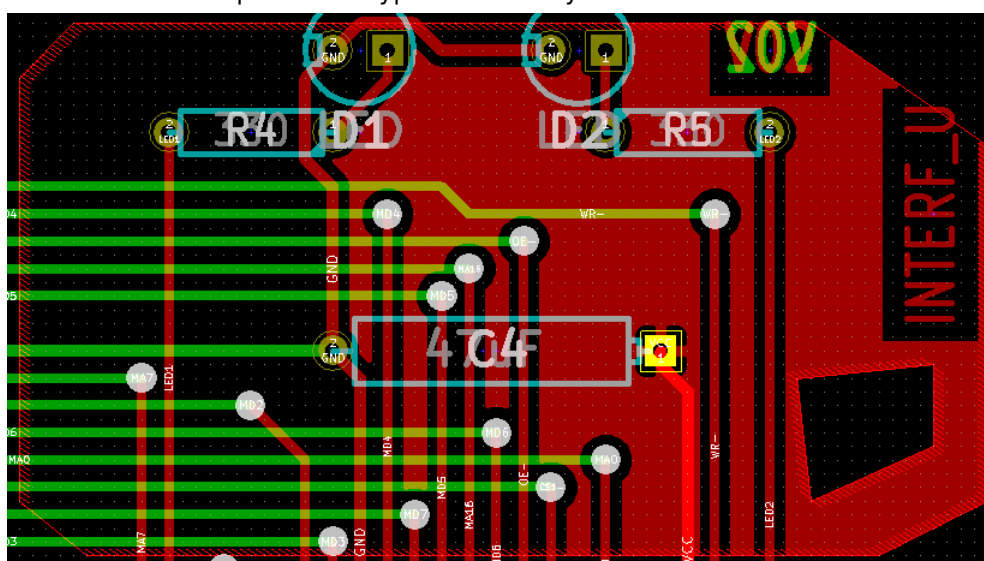
Uwaga:

W strefie można utworzyć wiele **podstref** zwanych **strefami odciętymi** (o nich dowiemy się w dalszej części tekstu), w których można wkluczyć wypełnienia (*cut-outs*).

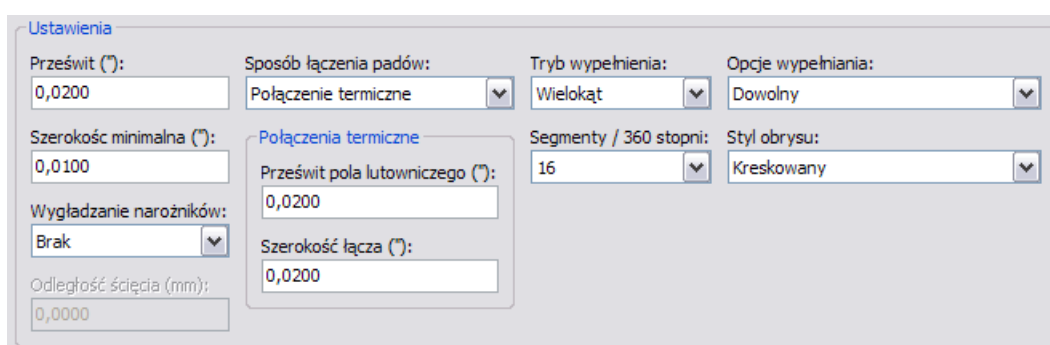
Poniżej prosty przykład:



I rezultat działania polecenia wypełnienia strefy:



9.3. Opcje wypełnienia



Za pomocą tych opcji można:

- ◆ Wybrać **tryb wypełnienia** (*Wielokąt, Segment*).
- ◆ Wybrać **prześwit dla strefy i minimalną szerokość wypełnienia**.
- ◆ Wybrać tryb łączenia padów ze strefą wewnątrz strefy (*Brak, Pełny, Połączenie termiczne*).
- ◆ Wybrać parametry związane z **postacią łącza termicznego**.
- ◆ Wybrać tryb w jakim pokazywany jest **obrys strefy**.
- ◆ Wybrać **ilość segmentów** składających się na pełne otoczenie elementów kołistych (16 lub 32).

9.3.1. Tryby wypełnień

Strefy mogą zostać wypełnione za pomocą **wielokątów** lub **segmentów**. Rezultat jest ten sam. Jeśli jednak będą problemy z trybem wielokątów (wolne odświeżanie widoku) lepiej użyć trybu z wypełnieniem w postaci segmentów.

9.3.2. Prześwity oraz minimalna grubość miedzi

Dobrym wyborem jest ustawienie prześwitu dla strefy nieco większego niż siatka jaka używana jest przy trasowaniu połączeń.

Minimalny szerokość wypełnienia ogranicza możliwość tworzenia zbyt małych płaszczyzn w obrębie strefy.

Ostrzeżenie:

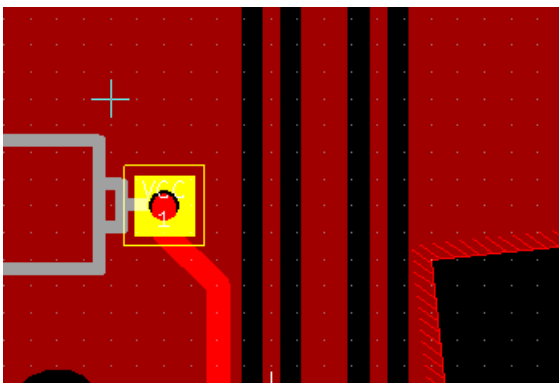

Jeśli wartość ta jest zbyt duża, małe kształty jak odcinki łącza termicznego mogą nie być rysowane.

9.3.3. Opcje otaczania padów

Pola lutownicze należące do tej samej sieci co strefa mogą zostać dołączone lub wyłączone ze strefy, albo połączone ze strefą za pomocą łącz termicznych.

- ◆ Jeśli pola zostaną dołączone to można napotkać trudności przy lutowaniu bądź rozlutowywaniu takich pól.
- ◆ Jeśli pola nie zostaną dołączone, połączenia mogą nie być wystarczająco dobre lub wcale może ich nie być jeśli do takich pól nie były poprowadzone ścieżki.
- ◆ Połączenia termiczne stanowią rozsądny kompromis pomiędzy oba powyższymi opcjami.

Różnice w działaniu tych trzech opcji przedstawiają następujące rysunki:

	<p>Pola lutownicze są dołączone do strefy. Tryb Pełny.</p>
	<p>Pola lutownicze zostały wykluczone. Tryb Brak.</p> <p>Uwaga:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strefa może być wypełniona tylko jeśli istnieją ścieżki łączące strefy. • Pola lutownicze muszą być połączone ścieżkami.



Łącza termiczne.

Pole lutownicze jest łączone ze strefą za pomocą czterech segmentów. Szerokość segmentów jest taka sama jak bieżąca wartość ustalona dla szerokości ścieżek danej sieci.

9.3.4. Parametry łączy termicznych

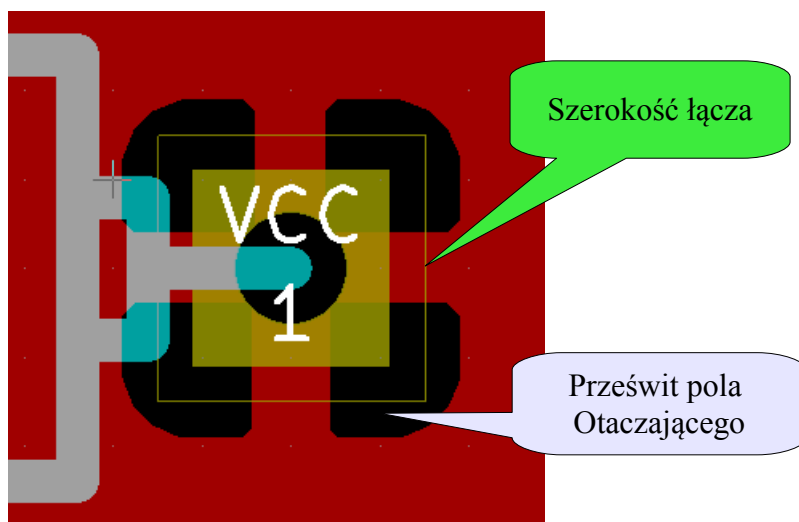
Sposób łączenia padów:
 Połączenie termiczne

Połączenia termiczne

Prześwit pola lutowniczego ("):
 0,0200

Szerokość łączy ("):
 0,0200

Te dwie opcje przeznaczone są do określenia szerokości wolnego pola otaczającego pola lutowniczego w przypadku łączy termicznych:



9.3.5. Wybór parametrów

Wartość wpisana w szerokości miedzi dla łączy termicznych musi być większa niż minimalna wartość szerokości ustalona dla strefy. W innym przypadku nie zostanie ona narysowana.

Przy okazji należy nadmienić, że zbyt duża wartość tego parametru lub parametru związanego z rozmiarem pola otaczającego, nie pozwoli stworzyć łączy termicznych dla małych punktów lutowniczych (jakie na przykład występują w modułach dla obudów SMD).

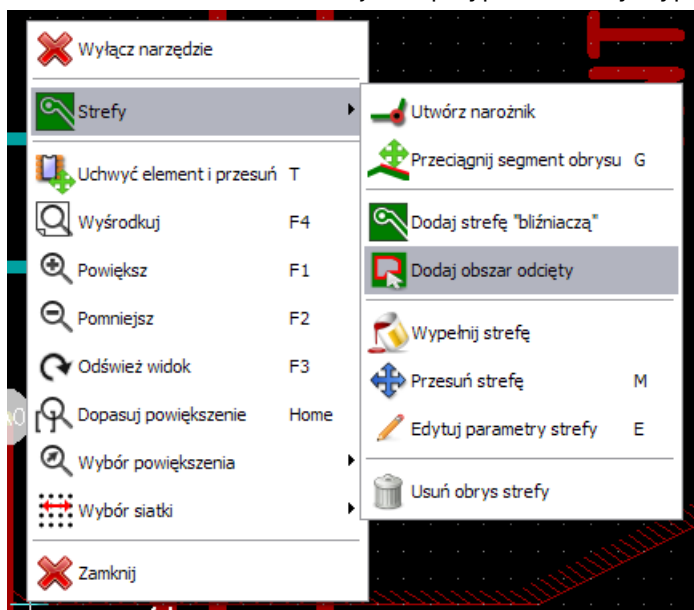
9.4. Dodawanie strefy odciętej wewnątrz strefy wypełnionej

Strefa odcięta musi być częścią innej strefy wypełnienia. **Jest to warunek obowiązkowy.** Zatem przed rozpoczęciem definiowania strefy odciętej musi istnieć już obrys strefy wypełnienia.

Dodawanie strefy odciętej jest przeprowadzane podobnie jak dodawanie strefy wypełnienia, z tą różnicą, że stanowić ona będzie obszar niewypełniony:

- Najpierw należy kliknąć prawym klawiszem na istniejącym obrysie strefy.
- Następnie z menu podręcznego należy wybrać polecenie Dodaj obszar odcięty.

- ◆ I dokładnie tak samo jak w przypadku strefy wypełnienia narysować obrys.



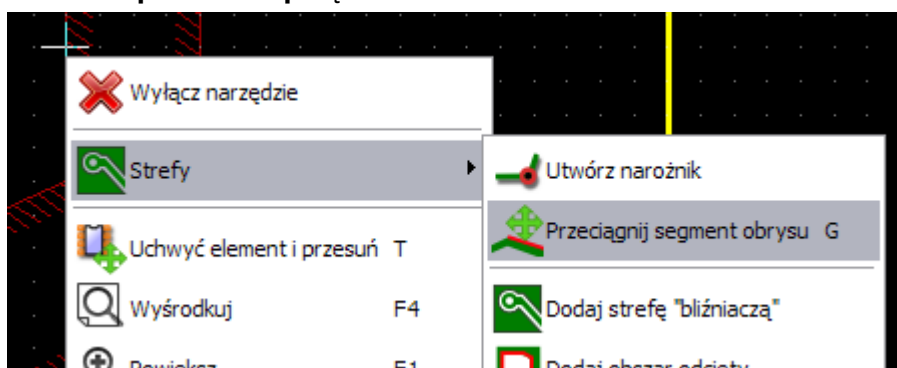
Po stworzeniu strefy odciętej, strefa może wyglądać następująco:



9.5. Edycja krawędzi

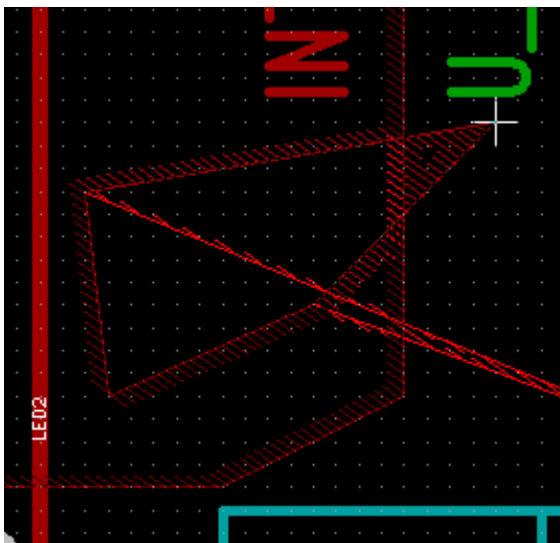
Jest kilka sposobów by **zmodyfikować obrys strefy**:

- ◆ Można przesuwać jej narożniki lub krawędzie za pomocą polecenia **Przeciągnij narożnik** lub **Przeciągnij segment obrysu**.
- ◆ Można dodawać lub usuwać narożniki za pomocą polecenia **Utwórz narożnik** lub **Usuń narożnik**.
- ◆ Można dodać podobną strefę (**Dodaj strefę bliźniaczą**) lub strefę odciętą (**Dodaj obszar odcięty**). W przypadku nałożenia się stref na siebie zostaną one **odpowiednio połączone razem**.

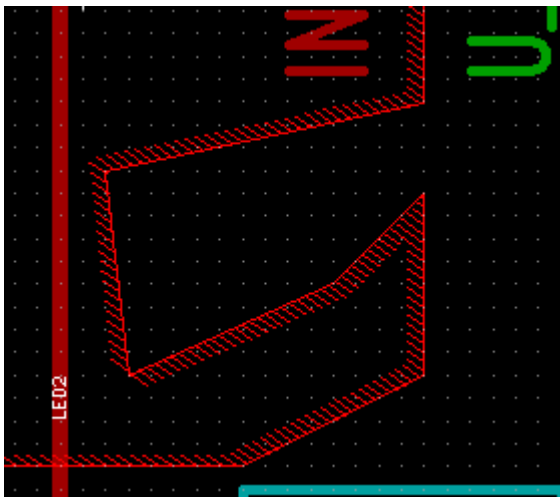


Aby przesunąć jeden z narożników lub krawędź strefy, należy kliknąć prawym klawiszem na wybrany element obrysu strefy i wybrać polecenie **Przeciągnij narożnik**. Następnie za pomocą myszy przesunąć ten element w inne miejsce i kliknąć podwójnie by zakończyć polecenie.

Poniższy rysunek ukazuje zachowanie obrysu strefy odciętej podczas przeciągania narożnika:

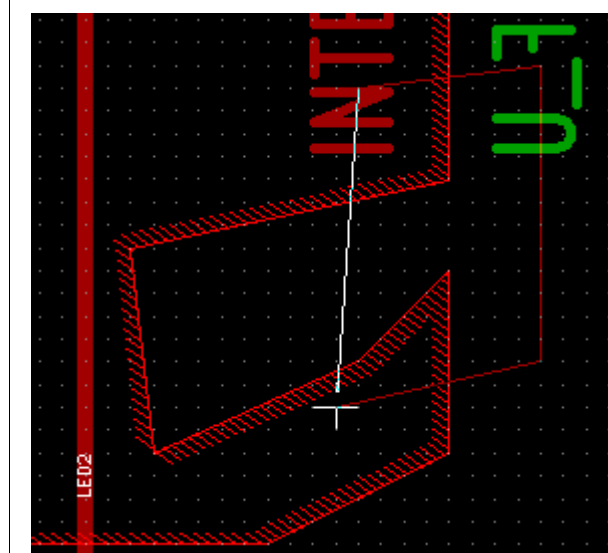


Po zakończeniu polecenia strefa powinna wyglądać tak:

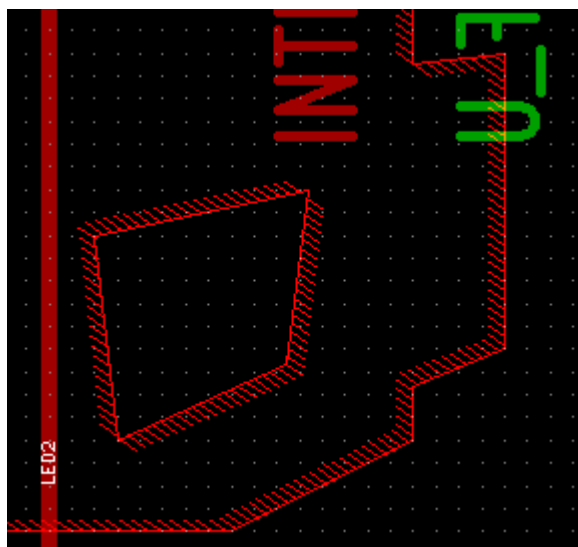


Ponieważ obrysy strefy spotkały się w dwóch miejscach nastąpiło **odjęcie** obrysu strefy odciętej od strefy wypełnienia.

Można również powiększać strefę wypełnienia dodając do niej inną strefę wypełnienia: **strefę bliźniaczą**.



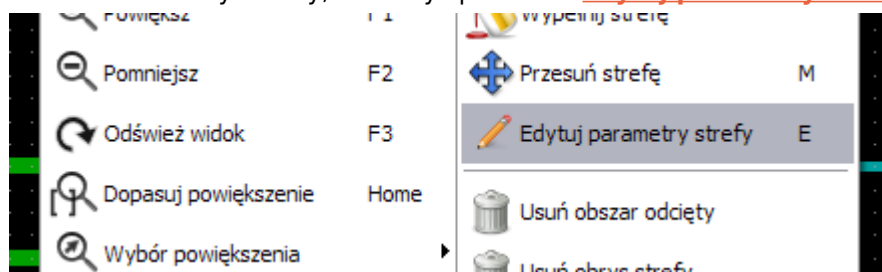
Dodanie obrysu strefy bliźniaczej.



Rezultat operacji. Ponieważ była to strefa bliźniacza nastąpiło ich połączenie.

9.6. Edycja stref

Parametry narysowanych stref można zmieniać. W tym celu należy kliknąć prawym klawiszem na obrys strefy, oraz użyć polecenia **Edytuj parametry strefy**:




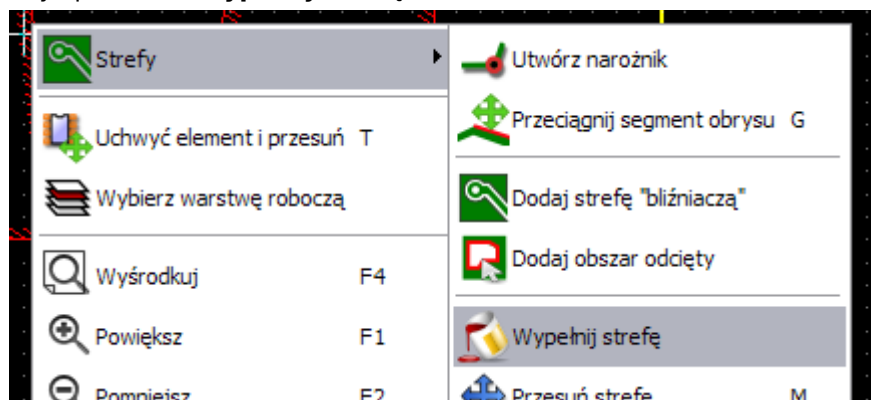
Po tej operacji zostanie otwarte okno z parametrami bieżącej strefy, takie samo jak przy rozpoczęciu definiowania strefy.

Jeśli strefa została już wypełniona to zmiany parametrów strefy będą widoczne dopiero po **ponownym wypełnieniu strefy**.

9.7. Końcowe wypełnianie strefy

Po zakończeniu trasowania wszystkich ścieżek, gdy płytką jest już gotowa, należy wypełnić wszystkie strefy. By tego dokonać trzeba:

- Aktywować narzędzia związane ze strefami klikając w ikonę  na prawym panelu.
- Kliknąć prawym klawiszem by wywołać menu podręczne.
- Użyć polecenia **Wypełnij strefę**.



Należy mieć na uwadze, że kalkulecje związane z wypełnieniem strefy mogą zająć więcej czasu jeśli siatka wypełnienia jest mała.

9.8. Zmiany nazw sieci w strefie


Przy zmianach na schemacie, lista sieci może również ulec zmianie, a w związku z tym niektóre nazwy sieci także mogą zostać zmienione. Dla przykładu, sieć VCC może stać się siecią o nazwie +5V po zmianach na schemacie.

Gdy zostanie przeprowadzona globalna kontrola DRC, **Pcbnew** sprawdzi czy nazwa sieci powiązana ze strefą wypełnienia nadal istnieje, a jeśli nie zostanie zgłoszony błąd. Dlatego też może być konieczne „ręczne” poprawienie tego parametru strefy by zmienić nazwę sieci.

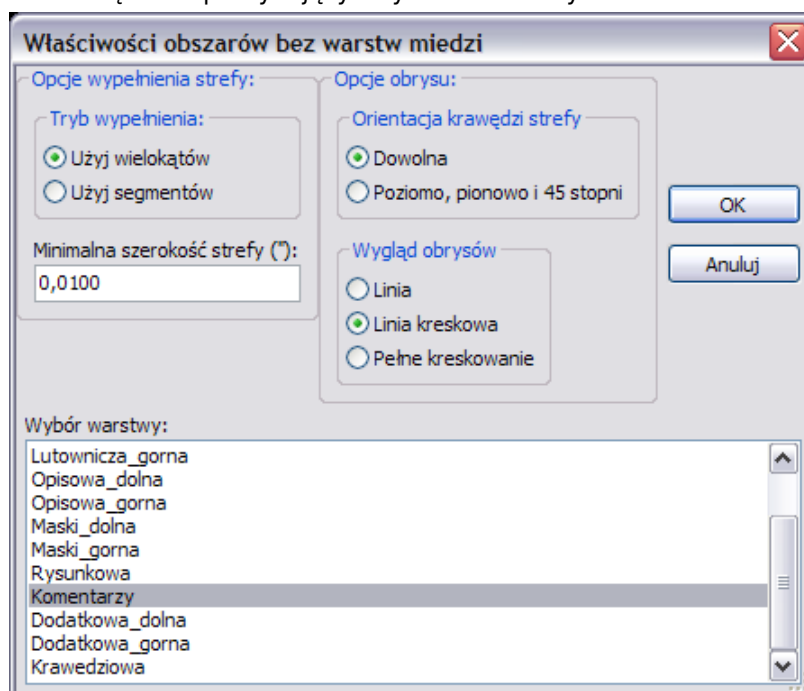
9.9. Tworzenie stref na warstwach technicznych

9.9.1. Tworzenie obrysu strefy

Tworzenie wypełnionych stref na warstwach technicznych jest możliwe, jednak przebiega nieco inaczej niż w przypadku warstw sygnałowych.

Również i tu należy wybrać z prawego paska narzędzi ikonę . **Jednak wcześniej należy aktywować wybraną warstwę techniczną.**

Po kliknięciu rozpoczynającym rysowanie strefy zostanie otwarte okno dialogowe:



Z listy warstw należy wybrać warstwę docelową dla strefy, określić parametry (podobne do poznanych wcześniej) i za pomocą myszy narysować obrys strefy tak samo jak w przypadku stref na warstwach sygnałowych.

Uwagi:

- ♦ By dokonać zmian w obrysie strefy należy postępować w ten sam sposób co przy strefach na warstwach sygnałowych.
- ♦ Na warstwach technicznych można również stosować strefy odcięte.

10. Przygotowywanie plików produkcyjnych

Oczekuje na tłumaczenie

11. ModEdit - Zarządzanie bibliotekami

Oczekuje na tłumaczenie

12. ModEdit - Tworzenie i edycja modułów

Oczekuje na tłumaczenie

