

Projektowanie płytek za pomocą Altium Designer Summer 09 (9)

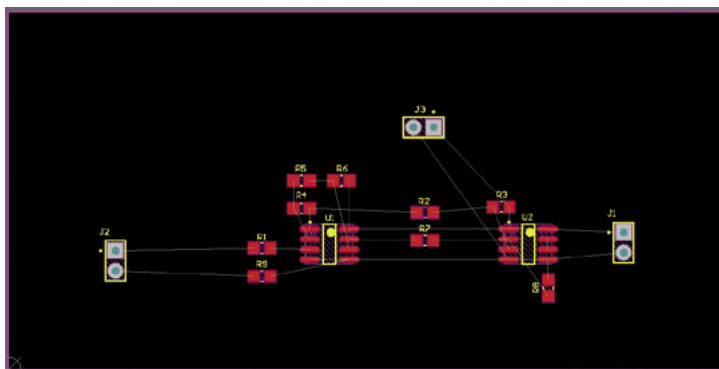


W tej części kursu użyjemy przygotowanego uprzednio projektu wzmacniacza różnicowego i zajmiemy się jednym z najważniejszych zagadnień związanych z projektowaniem obwodów drukowanych – regułami projektowymi. Zaprezentujemy sposoby ich definiowania, kontroli projektowanej płytki pod kątem naruszeń zdefiniowanych reguł oraz wyświetlaniem tych naruszeń.

Czym są reguły projektowe

Reguły projektowe tworzą zestaw instrukcji, z których korzysta edytor PCB. Każda reguła reprezentuje wymaganie, które musi spełniać projekt, a wiele z re-

guł, np. dopuszczalne szerokości ścieżek, odległości między nimi itp., może być monitorowane na bieżąco dzięki narzędziu kontroli przestrzegania reguł projektowych – Design Rule Check (DRC). Niektóre regu-



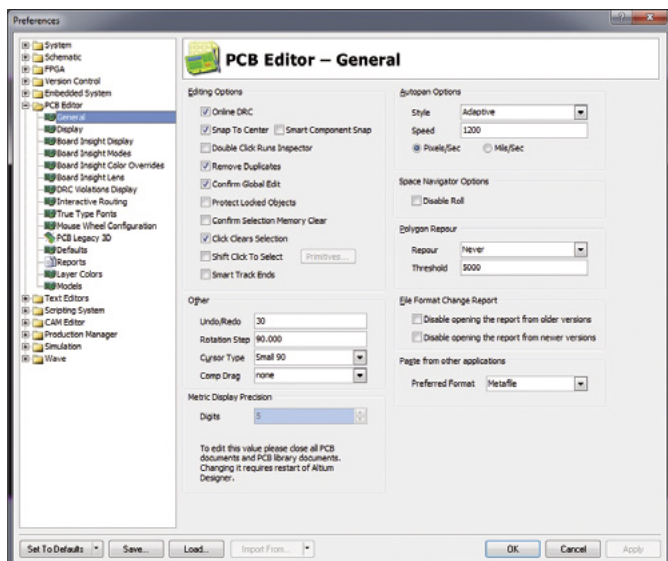
Rysunek 188. Wygląd płytki przed przystąpieniem do ćwiczenia.

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 14464, pass: 87f371o5
 • poprzednie części kursu

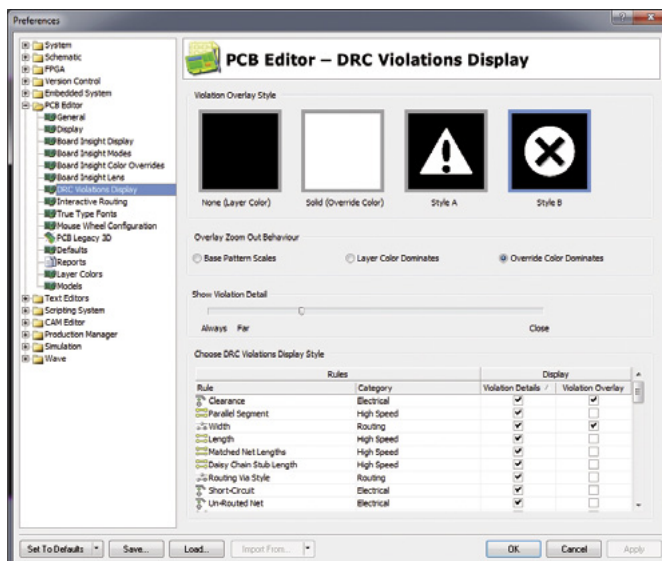
ły są monitorowane podczas użytkowania dodatkowych funkcji programu, np. podczas prowadzenia ścieżek, zarówno przy użyciu interaktywnego prowadzenia ścieżek, jak i za pomocą autoroutera. Projektant uzbrojony w poprawnie zdefiniowany zestaw reguł projektowych i różnorodność funkcji edytora PCB programu Altium Designer pozwalających na wykorzystanie tych reguł, może sprawnie i pomyślnie zakończyć projektowanie płytki drukowanej, z uwzględnieniem często bardzo surowych, wymagań

Wbudowany w edytor PCB system reguł ma kilka podstawowych cech:

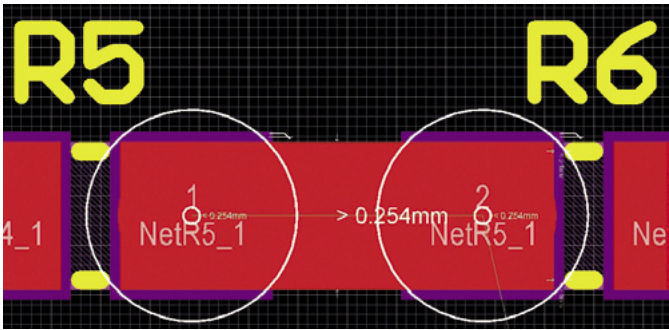
- Reguły są oddzielone od obiektów – zdefiniowane reguły projektowe nie są przypisane do obiektów, których dotyczą. Reguła nie jest atrybutem obiektu, lecz jest dodana do całego zestawu reguł z określeniem zakresu swego działania. Dzięki temu reguły mogą być przypisane do wielu obiektów, zmieniane lub przypisane do innych obiektów.



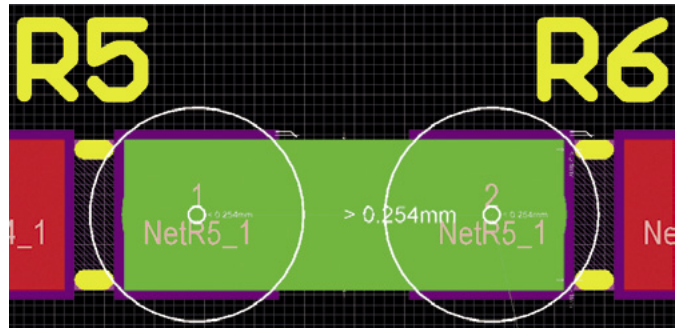
Rysunek 189. Okno Preferences, zakładka PCB Editor/General, opcja Online DRC



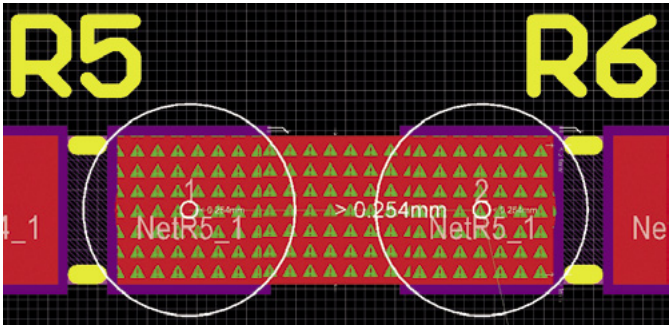
Rysunek 190. Zakładka PCB Editor/DRC Violations Display



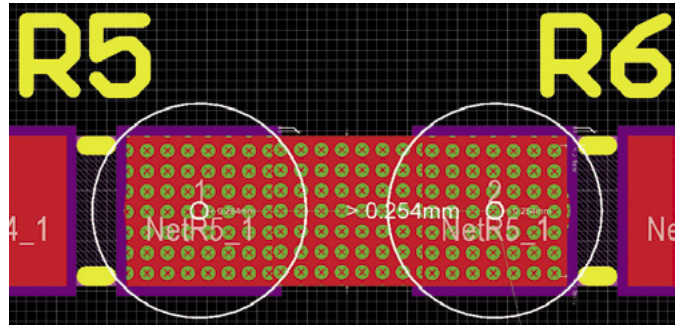
Rysunek 191. Przykład sygnalizacji naruszenia reguły dotyczącej maksymalnej szerokości ścieżki



Rysunek 192. Sygnalizacja naruszenia reguły za pomocą koloru



Rysunek 193. Wyświetlenie znaków „!” zgodnie z nastawami w Style A

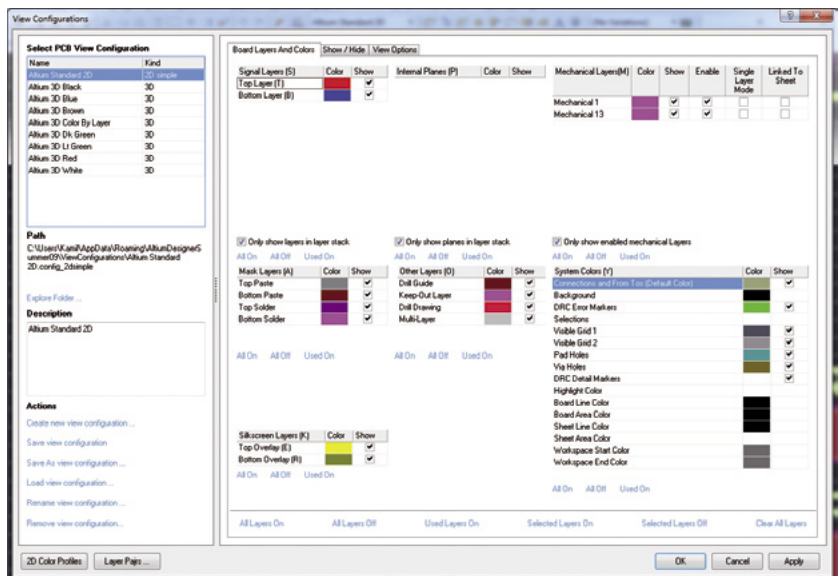


Rysunek 194. Wyświetlenie znaków naruszenia zgodnie z nastawami w Style B

- Zakres działania reguły jest określany przez przypisanie – zamiast używać zestawu stałych, zdefiniowanych zakresów reguł, Altium Designer używa elastycznego systemu zapytań do zdefiniowania zakresu reguły.
- Reguły można stosować do każdej sytuacji – można zdefiniować zbiorowe reguły tego samego typu i przypisać różnym zestawom obiektów zapewniając całkowitą kontrolę nad ustaleniem ograniczeń. Np. można ustalić regułę prowadzenia połączenia o określonej szerokości na warstwie *Top Layer* i innej na warstwie *Bottom Layer*.
- Każda reguła ma priorytet – do obiektu można przypisać wiele reguł tego samego typu określających ogólne i bardziej szczegółowe sytuacje. By rozwiązać możliwe konflikty stosowany jest system priorytetów. Program przegląda reguły, których zakres działania obejmuje dany obiekt i wybiera tą o możliwie najwyższym priorytecie.
- Istnieją dwa typy reguł – jedne definiują wymagane zachowanie danego obiektu, drugie określają oddziaływanie pomiędzy dwoma obiektami.

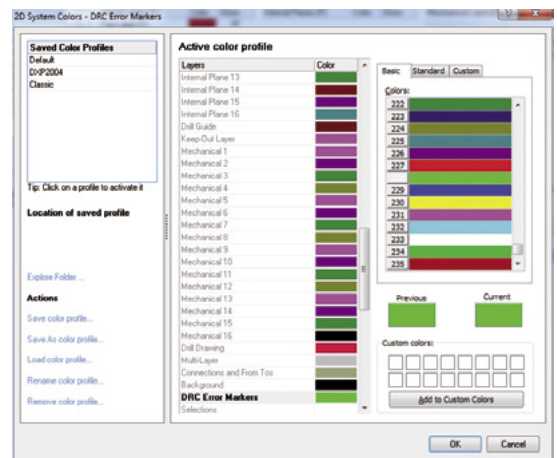
Konfigurowanie ustawień programu dla właściwego wyświetlania naruszeń reguł projektowych

W pierwszej kolejności otwieramy utworzony w poprzednim odcinku niniejszego kursu projekt wzmacniacza różnicowego. Przechodzimy do edycji płytki drukowanej,



Rysunek 195. Okno View Configurations

z której usuwamy wszystkie pola miedzi i wypełnienia, a także wszystkie ścieżki. Przywracamy płytce do wyglądu przedstawionego na **rysunku 188**. Teraz przejdziemy do skonfigurowania sposobu wyświetlania naruszeń reguł projektowych w ustawieniach programu Altium Designer. W tym celu wybieramy *DXP* → *Preferences*. Przechodzimy do zakładki *PCB Editor – General*, w której zaznaczamy opcję *Online DRC* (**rysunek 189**). Włączenie tej opcji sprawia, że zgodność projektu z ustalonymi regułami

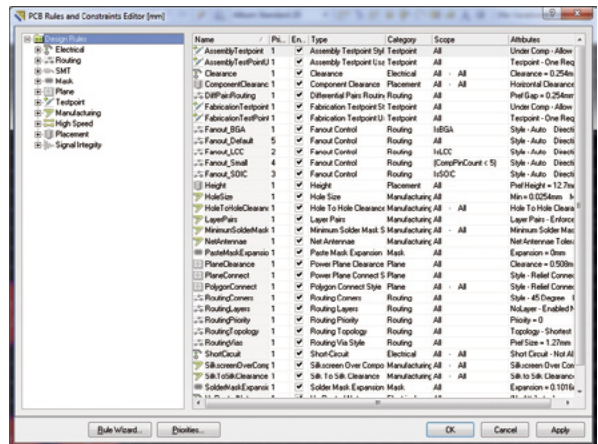


Rysunek 196. Definiowanie koloru naruszenia

jest sprawdzana w trakcie jego wykonywania, a ewentualne naruszenia od razu są zgłaszane. Następnie upewniamy się, czy w zakładce *PCB Editor – Display* zaznaczona jest opcja *Use DirectX if possible*. Jeśli jest ona wyłączona to nie będzie możliwe wyświetlanie naruszeń na projekcie obwodu drukowanego. Na koniec przechodzimy do zakładki *PCB Editor – DRC Violations Display (rysunek 190)*, w której określamy parametry wyświetlania naruszeń zasad projektowych. W sekcji zatytułowanej *Violation Overlay Style* określamy styl oznaczania elementów (elektroniczne komponenty, ścieżki, wypełnienia itp.) naruszających którąkolwiek ze zdefiniowanych reguł. Do wyboru mamy cztery opcje. Wybranie *None (Layer Color)* powoduje, że wygląd elementów nie ulega zmianie. Przykład sygnalizacji naruszenia reguły określającej maksymalną szerokość ścieżki przedstawia **rysunek 191**. Widoczna jest jedynie informacja tekstowa. Opcja *Solid (Override Color)* spowoduje, że w wypadku naruszenia reguły zostanie użyty jednolity kolor sygnalizujący błąd (**rysunek 192**). Opcja o nazwie *Style A* odpowiada za wyświetlanie w kolorze naruszenia jedynie znaków wykrzyknika, a pozostała część obiektu pozostanie w kolorze domyślnym dla danej warstwy (**rysunek 193**). Podobny efekt uzyskamy wybierając opcję *Style B*, jednak zostanie wyświetlony inny znak (**rysunek 194**). Ostatnia przytoczona możliwa do wyboru opcja jest domyślnie ustawiona po instalacji Altium Designer. W sekcji zatytułowanej *Overlay Zoom Out Behaviour* określamy w jaki sposób ma się zmieniać widok graficznej reprezentacji naruszeń. Zaznaczenie parametru *Base Pattern Scales* oznacza, że wybrany w poprzednim kroku wzór graficzny jest skalowany wraz z oddalaniem widoku. Gdy wybrana jest opcja *Layer Color Dominates* oznacza, że wraz z oddalaniem widoku dominującym kolorem staje się oryginalny kolor warstwy obiektu. Odwrotna sytuacja jest w przypadku wybrania *Override Color Dominates* i właśnie tą opcję polecam zastosować. Dzięki temu mając wyświetlony na ekranie cały obszar projektowanej płytki drukowanej od razu zauważymy wszelkie niezgodności projektu z ustalonymi zasadami (o ile będą ustawione odpowiednio dalsze parametry). W kolejnej sekcji *Show Violation Detail* określamy przy jakiej odległości zbliżenia widoku zostaną pokazane szczegółowe tekstowe informacje na temat wykrytych niezgodności. Im bardziej w prawo przesuniemy suwak, tym bardziej trzeba będzie przybliżyć widok obwodu drukowanego. W ostatniej sekcji zatytułowanej *Choose DRC Violation Display Style* konfigurujemy sposób wyświetlania odpowiednich naruszeń. W kolumnie *Rules* mamy listę reguł i kategorii, do których są przypisane, a w kolumnie *Display* zaznaczamy czy mają być wyświet-

lane szczegółowe informacje tekstowe (*Violation Details*) oraz podświetlenie graficzne (*Violation Overlay*). Jak widać, domyślnie wyświetlane są informacje na temat wszystkich naruszeń, ale nie wszystkie są wyróżniane w sposób graficzny. Na szczęście jako użytkownicy mamy możliwość zmiany tych właściwości.

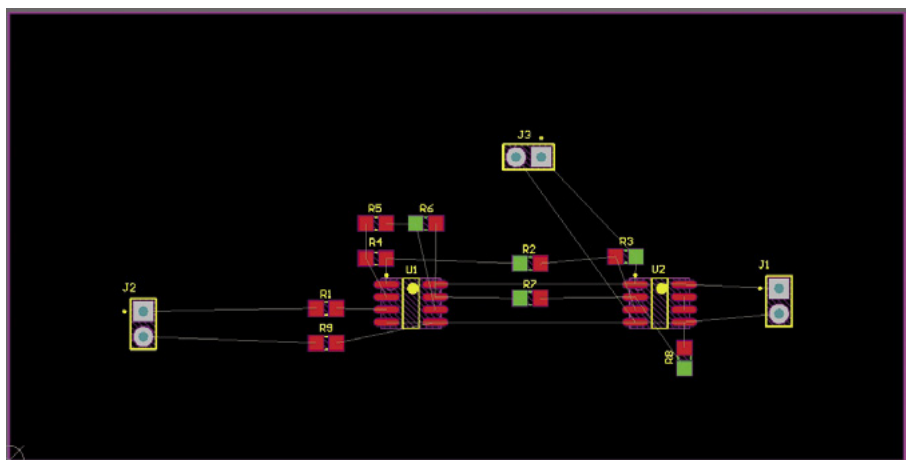
Poza wspomnianymi szczegółami dotyczącymi sygnalizowania niezgodnego z regułami wykonania projektu możemy także zmienić kolory wyświetlanych oznaczeń. W tym celu wybieramy *Design –> Board Layers & Colors*. W przedstawionym na **rysunku 195** oknie w sekcji *System Colors* odnajdujemy pole *DRC Error Markers* (kolor desenia naruszenia) i po kliknięciu w kolumnie *Color* na prostokąt z aktualnie zdefiniowanym kolorem w nowym oknie (**rysunek 196**) wskazujemy nowy wybrany przez nas kolor. Ważne jest, aby korzystać z kontrastującego koloru. W podobny sposób możemy zmienić kolor szczegółowych informacji na temat wykrytego naruszenia (*DRC Detail Markers*).



Rysunek 197. Okno definiowania reguł projektowych *PCB Rules and Constraints Editor*

Domyślnie wprowadzone reguły w projekcie są bardzo ogólne, dlatego zajmiemy się także konfigurowaniem własnych bardziej szczegółowych reguł dostosowanych do potrzeb konkretnego projektu.

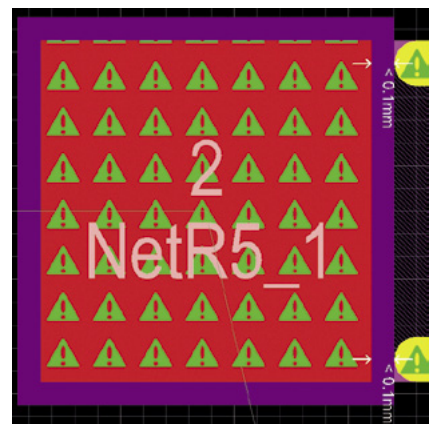
Altium Designer daje nam możliwość definiowania i zarządzania regułami projektowymi we wspomnianym wcześniej oknie *PCB Rules and Constraints*, ale oprócz tego możemy dodawać nowe reguły do zdefiniowanego zestawu w poziomym edytorze PCB za pomocą kreatora, a także na schemacie i po synchronizacji danych między edytorami



Rysunek 198. Płytkę z rozmieszczonymi elementami

Definiowanie i zarządzanie regułami projektowymi

Reguły projektowe są definiowane i zarządzane w oknie *PCB Rules and Constraints Editor (rysunek 197)* dostępnego z poziomu edytora PCB po wybraniu polecenia *Design -> Rules*. Widzimy, że dostępne reguły są podzielone na wiele różnych typów. Ich ilość przy pierwszym kontakcie może być przytłaczająca, ale już uspokajam, że do prawidłowego zaprojektowania pełnowartościowej płytki PCB nie musimy korzystać ze wszystkich. W tej oraz następnej części kursu postaram się jak najdokładniej omówić, które reguły są najistotniejsze z punktu widzenia projektanta oraz za co są odpowiedzialne.



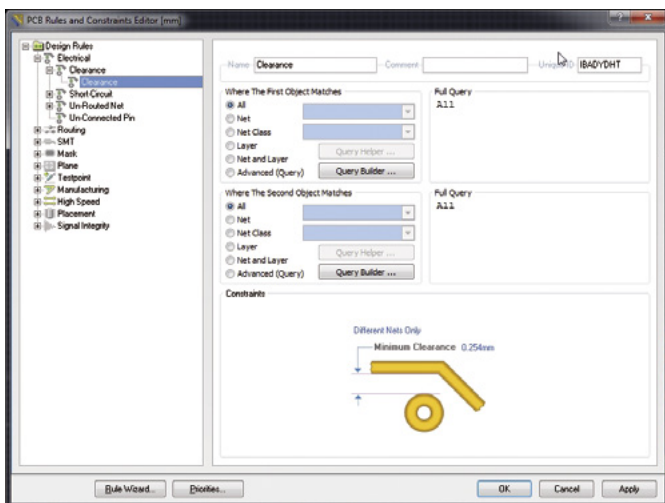
Rysunek 199. Przybliżenie widoku obiektów w celu wyświetlenia naruszeń reguł

PCB i schematu zostaną one przeniesione do edytora obwodów drukowanych.

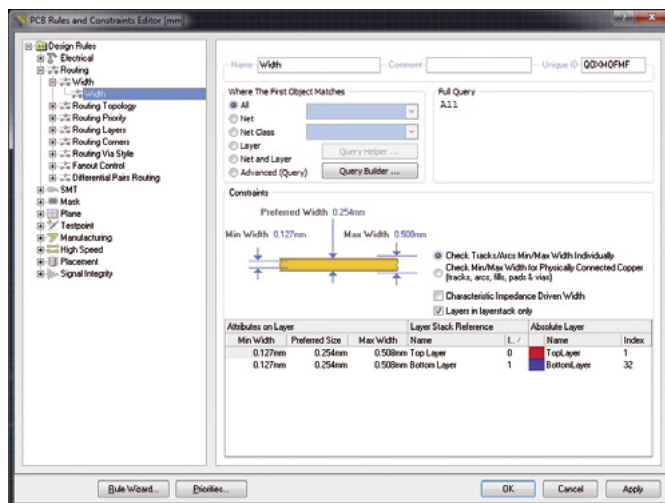
Przejdziemy teraz do pierwszego prostego ćwiczenia w oparciu o projekt wzmacniacza różnicowego, który wykonaliśmy w poprzedniej części kursu. Proponuję w ustawieniach programu włączyć graficzne wyświetlanie naruszeń dla wszystkich reguł. Płytkę z rozmieszczonymi elementami i pozbawioną wszelkich połączeń powinna wyglądać podobnie do obrazu przedstawionego na **rysunku 198**. Widzimy, że system kontroli w programie Altium Designer wykrył naruszenia reguł w niektórych obiektach na projektowanej płytce. Aby poznać co jest nie tak wystarczy przybliżyć widok na jednym z takich obiektów (**rysunek 199**). Z wyświetlonych informacji wiemy, że odległość między polem lutowniczym, a obiektami na warstwie opisowej (*Top Overlay*) jest mniejsza niż domyślnie ustawiona wartość 0.1 mm. Zajmiemy się teraz zdefiniowaniem najważniejszych ogólnych reguł projektowych, które powinny być odpowiednio ustawione w każdym wykonywanym projekcie.

Jest to absolutne minimum do właściwego wykonania poprawnej płytki drukowanej. Najważniejsze reguły określają dopuszczalne szerokości ścieżek, odstęp między połączeniami elektrycznymi, warstwy prowadzenia ścieżek, styl przelotek, a także priorytet prowadzenia ścieżek. W edytorze PCB otwieramy okno *PCB Rules and Constraints* wybierając polecenie *Design -> Rules*. W pierwszej kolejności zdefiniujemy ogólną regułę dotyczącą odstępów między połączeniami. W tym celu przechodzimy do grupy *Electrical* i do zestawu reguł zatytułowanego *Clearance*. Domyślnie ustawiona jest jedynie jedna reguła o takiej samej nazwie (**rysunek 200**). Zakres jej działania obejmuje wszystkie obiekty na płytce (zaznaczony parametr *All*). W sekcji zatytułowanej *Constraints* określamy między jakimi połączeniami mają być zachowane definiowane odstęp. Domyślnie wybrane są różne połączenia (*Different Nets Only*), ale możemy zmienić na te same połączenia (*Same Net Only*) oraz wszystkie połączenia (*Any Net*). W polu *Minimum Clearance* podajemy minimalną od-

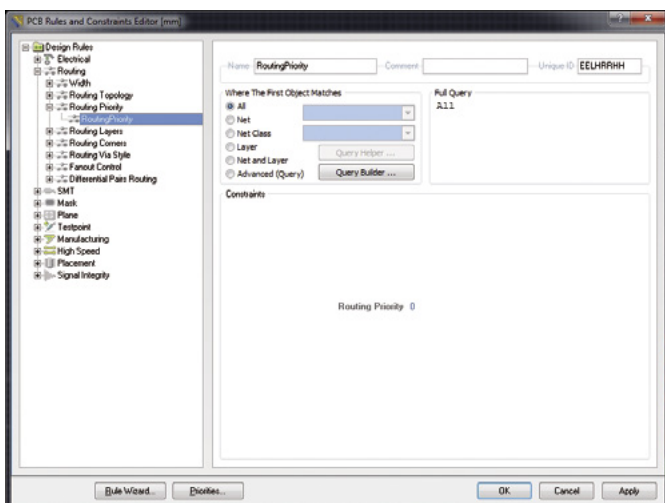
ległość między połączeniami. Najlepiej pozostawić domyślny tym obiektów (*Different Nets Only*) i podać żądaną wartość odstepu. Przejdziemy teraz do reguły określającej dopuszczalne szerokości ścieżek. Znajduje się ona w grupie *Routing* w zestawie *Width* (**rysunek 201**). W każdym projekcie musi się znajdować taka reguła z zakresem działania obejmującym wszystkie obiekty (zaznaczony parametr *All*). W sekcji *Constraints* określamy wartości minimalnej (*Min Width*), preferowanej (*Preffered Width*) oraz maksymalnej (*Max Width*) szerokości ścieżek. W przypadku, gdy korzystamy do prowadzenia ścieżek z narzędzia autoroutera, to będzie on korzystał przede wszystkim z preferowanej szerokości ścieżki. W zestawie reguł *Routing Priority* możemy ustawić wyższy priorytet dla trudniejszych sieci lub dla tych, które wymagają bardziej przejrzystego prowadzenia. Domyślna reguła definiuje jednakowy priorytet dla wszystkich połączeń na płytce drukowanej (**rysunek 202**). Pozostając cały czas w grupie *Routing* przechodzimy do reguły odpowiedzialnej za określenie warstw,



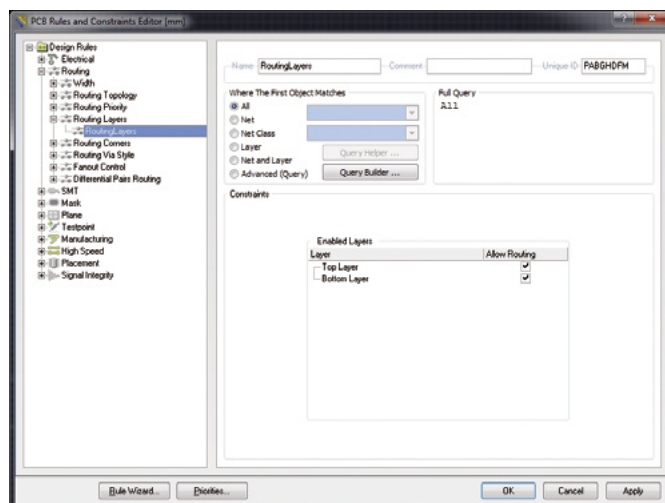
Rysunek 200. Ustawianie reguły dla odległości pomiędzy ścieżkami i punktami lutowniczymi



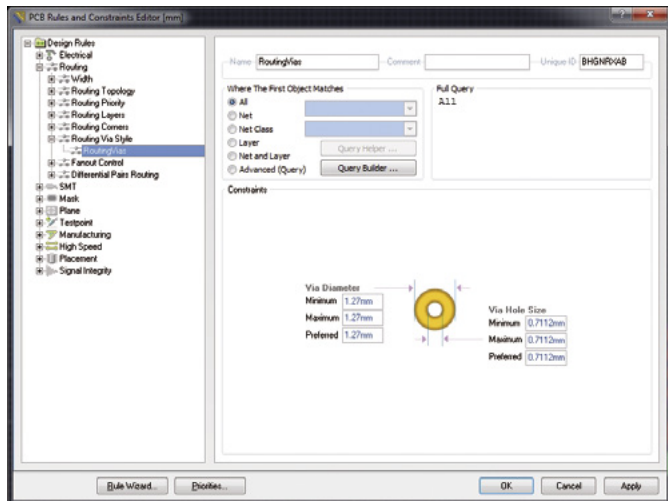
Rysunek 201. Ustawienie reguły dla dopuszczalnej szerokości ścieżek



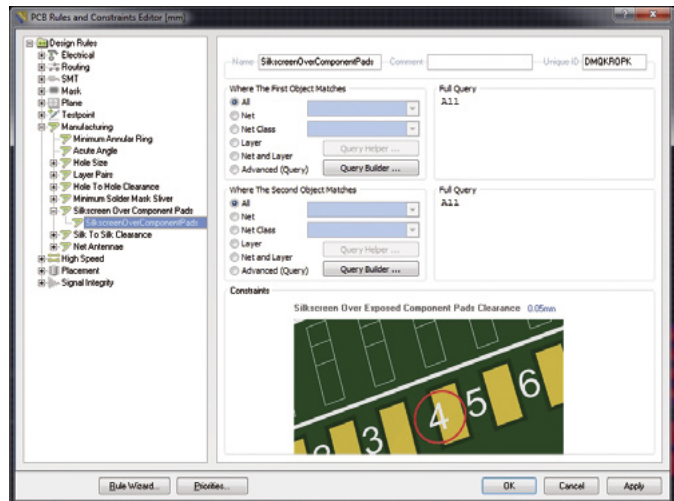
Rysunek 202. Definiowanie jednakowego priorytetu dla wszystkich połączeń na płytce drukowanej



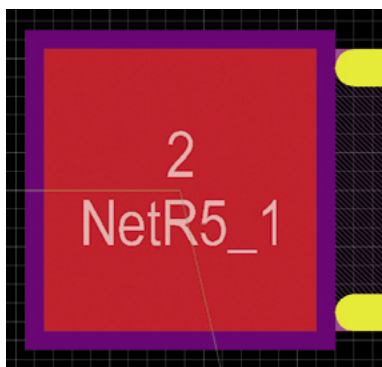
Rysunek 203. Definiowanie reguły odpowiedzialnej za określenie warstw ze ścieżkami



Rysunek 204. Definiowanie reguły ze stylem przelotek *RoutingVias*

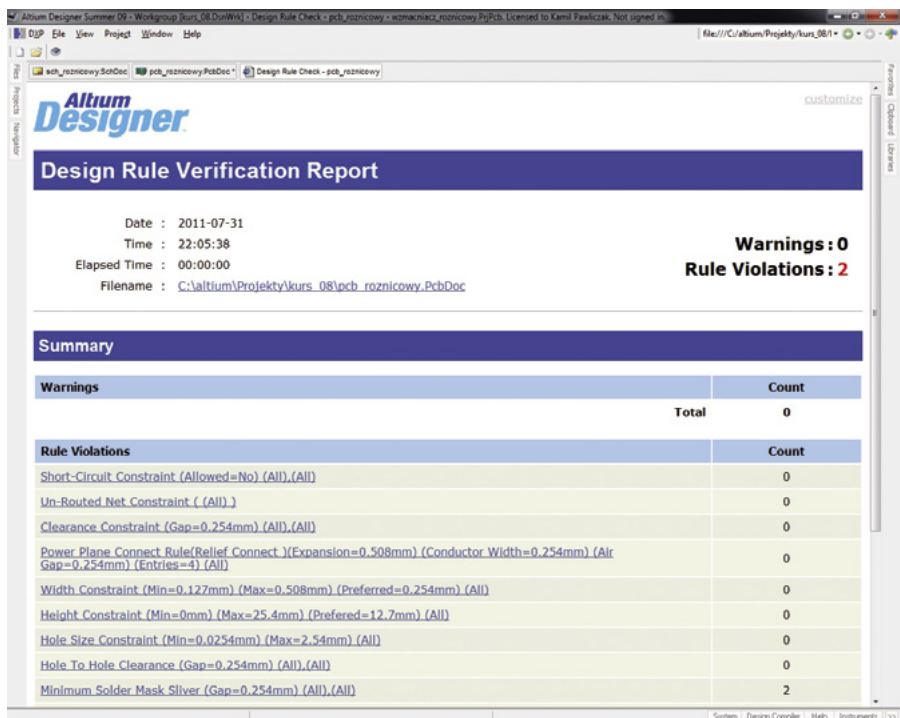


Rysunek 205. Definiowanie reguły dla maski lutowniczej

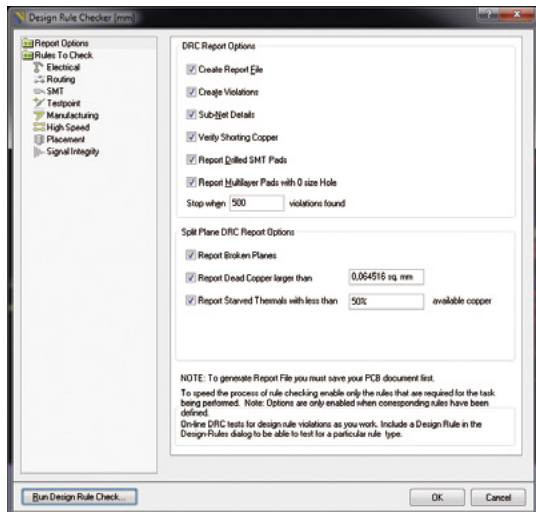


Rysunek 206. Punkt lutowniczy bez sygnalizacji o naruszeniu reguł projektowych

na których będą prowadzone ścieżki, czyli *RoutingLayers* (rysunek 203). Domyślnie Altium Designer wspiera projektowanie dwustronnych obwodów drukowanych, stąd w tej regule mamy wprowadzone dwie warstwy elektryczne *Top Layer* oraz *Bottom Layer*. Każdy projekt musi zawierać taką regułę z zakresem działania obejmującym wszystkie obiekty. W kolejnym kroku przechodzimy do



Rysunek 208. Plik raportu w formacie pliku HTML

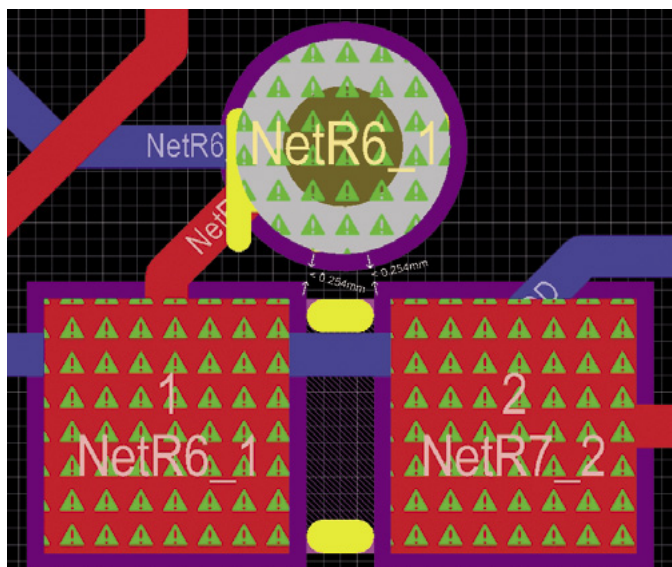


Rysunek 207. Okno dialogowe procedury kontroli reguł projektowych

reguły *RoutingVias* (rysunek 204), w której określamy styl przelotek. Jest to kolejna niezbędna reguła do poprawnego wykonania projektu. W sekcji *Constraints* określamy, podobnie jak w przypadku szerokości ścieżek, minimalną, preferowaną i maksymalną średnicę przelotki (*Via Diameter*) oraz te same parametry dla otworu w przelotce (*Via Hole Size*). Zajmiemy się teraz wspomnianą na początku ćwiczenia regułą określającą dopuszczalną odległość między polami lutowniczymi, a elementami na warstwie opisowej. Reguła ta nazywa się *SilkscreenOverComponentPads* i znajduje się w grupie *Manufacturing* (rysunek 205). Zmieniamy

wartość w polu *Silkscreen Over Exposed Component Pads Clearance* na 0.05 mm. Następnie zatwierdzamy zmiany wprowadzone w zbiorze reguł dla naszego projektu klikając na przycisk OK, a następnie zapisujemy zmiany w edytowanym pliku płytki drukowanej. Widzimy teraz, że wcześniej sygnalizowane naruszenia zniknęły (rysunek 206). Możemy teraz wykonać połączenia elektryczne, np. za pomocą narzędzia autoroutera. Po przeprowadzeniu połączeń warto wykonać kontrolę przestrzegania reguł wraz z wygenerowaniem pliku raportu. W tym celu wybieramy polecenie *Tools -> Design Rule Check*. Wyświetlił się okno przedstawione na rysunku 207, w którym nic nie zmieniamy i klikamy na przycisk OK. Zostanie utworzony plik raportu w formacie HTML (rysunek 208), w którym wyszczególnione są

http://www.ep.com.pl



Rysunek 209. Widok naruszenia po przełączeniu się do widoku płytki drukowanej

wszystkie ewentualne ostrzeżenia oraz naruszenia reguł. Widzimy, że system kontroli odnalazł dwa naruszenia o nazwie *Minimum*

naruszona została reguła określająca wymogi odnośnie parametrów soldermaski. W przypadku amatorskiego wykonania płytek tego

Solder Mask Sliver (minimalna wartość zwężenia soldermaski). Przełączając się na widok projektowanej płytki drukowanej widzimy, które komponenty nie spełniają narzuconych wymagań (rysunek 209). Widzimy, że jedna z przelotek została umieszczona przez autorouter zbyt blisko rezystora. Zachowana została poprawność reguły elektrycznej określającej minimalną odległość między połączeniami, jednak

typu błąd może zostać śmiało zignorowany. Jeżeli jednak decydujemy się na wykonanie płytek u profesjonalnego wytwórcy, to przed wykonaniem projektu musimy zapoznać się z informacjami odnośnie ograniczeń technologicznych procesu produkcyjnego wytwórcy.

W ten sposób przebrnęliśmy przed podstawowe poznanie czym są reguły projektowe i jak z nich korzystać. Jest to jedynie ułamek informacji na temat możliwości systemu reguł zaimplementowanego w środowisku Altium Designer.

W kolejnej części

W kolejnej części kursu w dalszym ciągu będziemy się zajmować regułami projektowymi. Zaprezentuję w jaki sposób definiować bardziej szczegółowe reguły o mniejszych zakresach działania. W tym celu będziemy wykorzystywać kreator reguł oraz definiowanie reguł bezpośrednio na schemacie.

Kamil Pawliczak

kamil.pawliczak@gmail.com

REKLAMA

Masz już dosyć swojego oprogramowania?

Altium
Designer

Kup Altium Designer!

Zwrócimy Ci połowę kosztów

ul. Przybyły 2, 43-300 Bielsko-Biała
 tel. 33 499 59 12
 eda@evatronix.com.pl
 www.evatronix.com.pl/altium