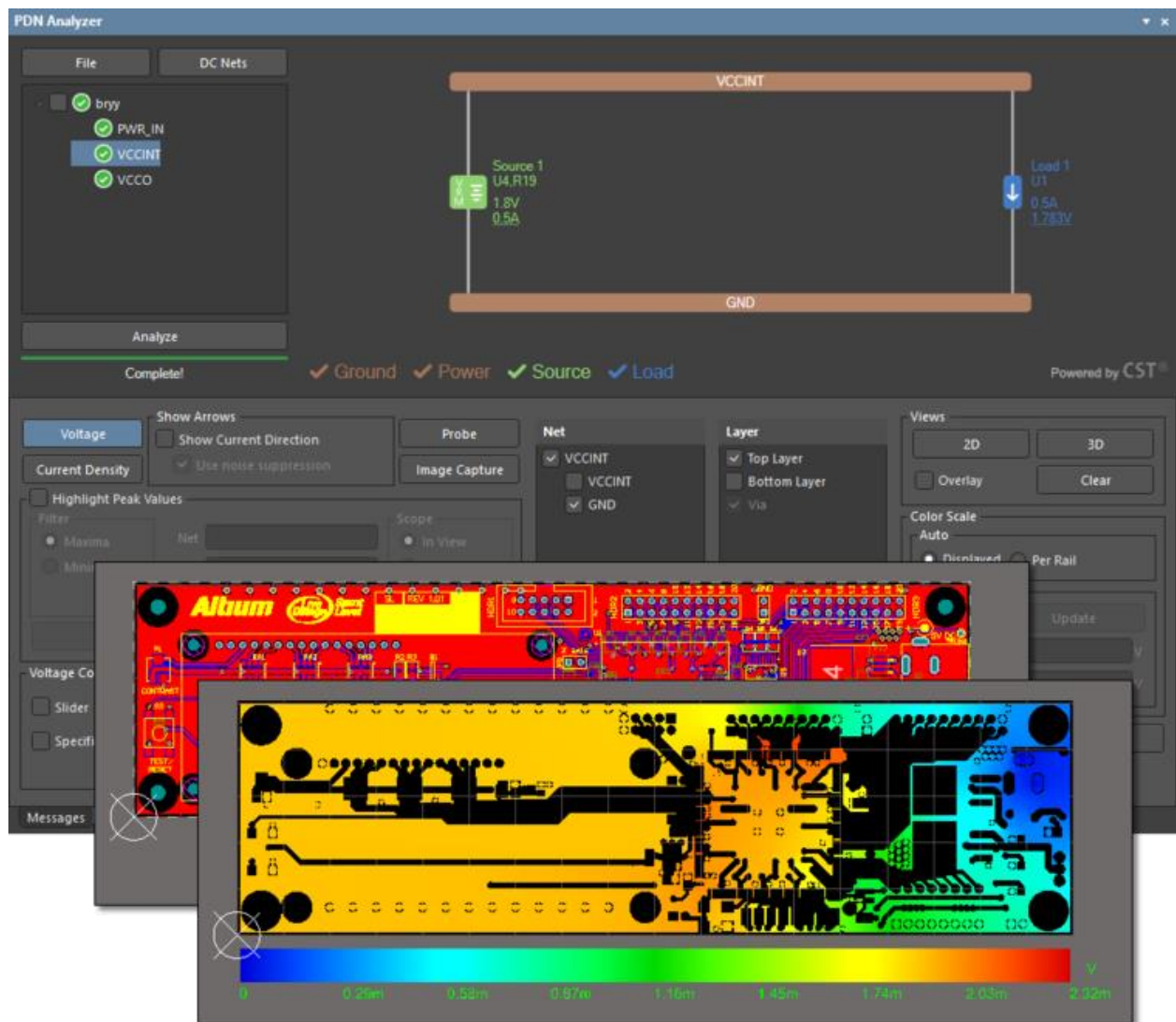


Poprawność rozmieszczenia ścieżek na płycie PCB zależy od bardzo wielu czynników. Podczas pracy, projektanci mogą korzystać, na przykład, z narzędzi analizy integralności sygnałów, by rozwiązać potencjalne problemy związane z przesyłaniem szybkich sygnałów, ich odbiciami i przesłuchami czy też narzędzi pozwalających dostosowywać długości poszczególnych ścieżek, by zapewnić identyczny czas propagacji sygnału. Bardzo często jednak zdarza się, że konstruktorzy nie przywiązują odpowiedniej wagi do poprawnego tworzenia sieci zasilania i nie stosują żadnych narzędzi, pozwalających określić, jak stworzone przez nich ścieżki czy też całe pola miedzi, stanowiące sieci zasilania stałoprądowego oraz masy, wpływają na poprawność zasilania stworzonego urządzenia.

W nowoczesnych, cyfrowych i często bardzo upakowanych układach, zawierających wiele szyn zasilania, wymagania dotyczące poprawnego rozprowadzenia zasilania nie mogą być osiągnięte „na oko”. Niezbędne stają się narzędzia analizy integralności stałoprądowych sieci zasilania, określane jako *Power Delivery Network (PDN) analysis*, czy też *Power Integrity (PI-DC) analysis*, pozwalających określić, czy rozmiar płaszczyzn, szerokość ścieżek czy wielkość przelotek od źródła zasilania do odbiornika jest wystarczająca, by zapewnić poprawne zasilanie układu.

Dzięki rozszerzeniu **PDN Analyzer**, wykorzystującego silnik analizy integralności sieci zasilania firmy CST, Altium Designer pozwala na bezpośrednią analizę sieci zasilania w projekcie PCB, na podstawie jego parametrów elektrycznych i fizycznych.

Ponieważ funkcje PDN Analyzer działają w Altium Designer, nie ma potrzeby ręcznego importu czy eksportu danych, konwersji danych ani osobnych aplikacji do uruchomienia - wystarczy uruchomić dodatek z edytora schematów lub PCB, ustawić pożądane parametry testowe i uruchomić symulację. Wyniki są dostarczane przede wszystkim za pomocą modelowania 2D/3D układu miedzi na płycie drukowanej, umożliwiając szybką ocenę wyników i możliwość wykonania wstępnego przetestowania projektu układu PCB.



### PDN Analyzer wersja 2.0

PDN Analyzer w wersji 2.0 oferuje szereg istotnych zmian w porównaniu do poprzedniej wersji 1.x:

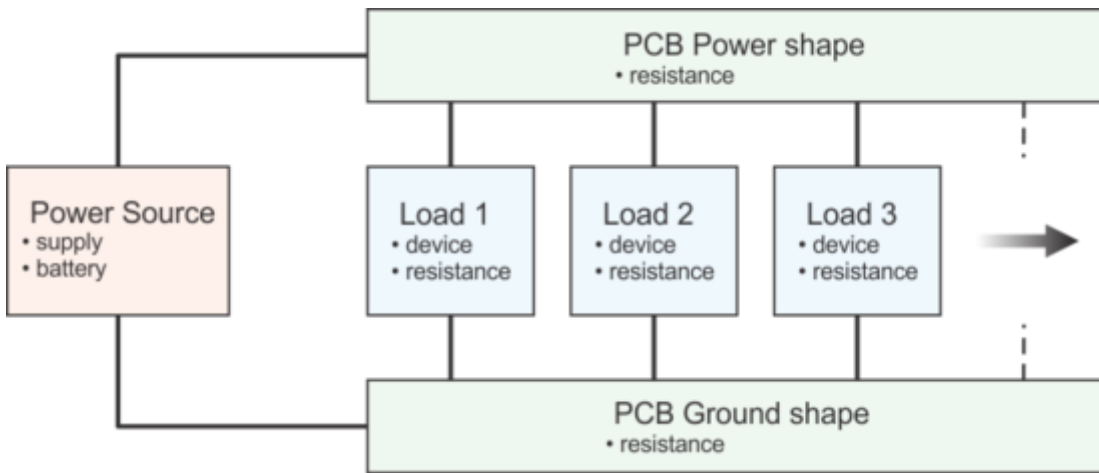
- Całkowicie odświeżony interfejs użytkownika.
  - Bardziej kompaktowy wygląd.
  - Zintegrowana analiza wsadowa.
  - Obsługa zwiększonej złożoności sieci.
  - Szczegółowe tabele wyników symulacji, w tym raportowanie mocy.
- Jednoczesna analiza i łączenie wielu sieci zasilania.
- Obsługa wielu źródeł zasilania.

- Inteligentne modelowanie stabilizatorów napięcia.
- Generowanie raportu HTML z przechwytywaniem obrazu.
- Definiowanie limitów prądu dla ścieżek, kształtów miedzi i przelotek.
- Modelowanie elementów szeregowych, z możliwością określenia spadku napięcia na diodach.
- Nowe funkcje wizualizacji:
  - Kontur napięcia.
  - Kierunek prądu.
  - Wykrywanie wartości szczytowych.
- Sonda różnicowa napięcia.

PDN Analyzer działa wyłącznie na 64-bitowych wersjach systemu Windows. PDN Analyzer w wersji 2.0 jest dostępny dla Altium Designer 17.1 i wyższych.

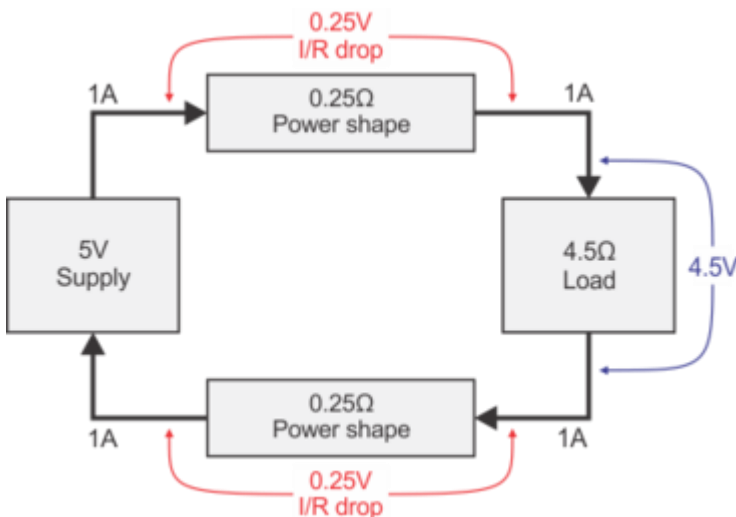
### Podstawy analizy integralności zasilania

Zasadniczo, problemy z zasilaniem wynikają z prostej przyczyny: rezystancja kształtów miedzi (ścieżek, polygonów, płaszczyzn zasilania, przelotek, itd.) powoduje powstawanie spadków napięcia na tych obiektach, co może powodować straty napięcia zasilania na różnych odbiornikach prądu. Czym więcej źródeł zasilania i odbiorników, tym problem staje się coraz bardziej złożony.



Rys. 1: Podstawowy, blokowy schemat układu, składającego się ze źródła zasilania, kształtów miedzi sieci zasilania i masy oraz odbiorników.

Rys. 1 przedstawia prosty blokowy schemat źródła zasilania, kształtów miedzi sieci zasilania i masy (ścieżki, przelotki i pola miedzi) dostarczających zasilanie do różnych odbiorników (pamięci, mikrokontrolery, itp.). Wszystkie odbiorniki są podłączone do tych samych kształtów sieci zasilania i masy. Zwykle zakładamy, że kształty miedzi posiadają zerową rezystancję, co najczęściej nie jest prawdą i takie założenie może powodować poważne problemy. Gdy w grę wchodzi stosunkowo duże prądy zasilania, nawet małe rezystancje sieci zasilania czy masy mogą powodować znaczące spadki napięcia zasilania.



Rys. 2: Spadki napięcia sieci zasilania.

Rys. 2 przedstawia przykładowy problem, gdy rezystancja miedzi w sieciach zasilania powoduje drastyczny spadek napięcia na obciążeniu. Projektant musi być świadomy tej sytuacji i ocenić, czy taka sytuacja jest dopuszczalna, czy należy wprowadzić zmiany w układzie miedzi na płytce, by zniwelować problem.

Problem wydaje się prosty do rozwiązania – wystarczy stworzyć kształty sieci zasilania i masy wystarczająco krótkie i/lub szerokie, by zmniejszyć ich rezystancję, a tym samym spadki napięcia.

Problem polega jednak na tym, że zbyt duże kształty, zabierają cenną powierzchnię na płycie i mogą ograniczać rozmiar kształtów innych sieci zasilania. Projekt, w którym wielkość kształtów zasilania i masy są poprawne, będzie mniejszy i może zawierać mniej warstw, co wpływa na koszt produkcji PCB. Celem analizy PI-DC jest poinformowanie projektanta, że kształt miedzianych obiektów sieci zasilania i masy są dostateczne, ale nie za duże.

Innym problemem, na jaki należy zwrócić uwagę, to moc, jaka wydziela się na rezystancji kształtów miedzi. Zjawisko to może powodować problemy termiczne w obszarach PCB, gdzie kształty zasilania i masy są zbyt małe w stosunku do przepływającego przez nie prądu. Jeśli zapewnione zostaną małe spadki napięcia na kształtach zasilania i masy, moc oddawana na tych obiektach zostanie zminimalizowana.

W ekstremalnym przypadku, gdy kształt ma dużą rezystancję (jest wąski i długi) i płynie przez niego wystarczająco duży prąd, może nastąpić jego przepalenie. Analiza integralności sieci zasilania nie zastąpi wytycznych dotyczących obsługi takich problemów podczas tworzenia PCB (opisanych np. normą IPC-2152), ale pozwala na wgląd, jak bezpiecznie zoptymalizować projekt, przez analizę gęstości prądów i spadków napięć w obwodach zasilania. Płytkę PCB zoptymalizowaną pod kątem najniższej gęstości prądu i spadków napięć między źródłami i wszystkimi obciążeniami, będzie generować mniej ciepła i będzie miała mniejsze szanse na wystąpieniu problemów termicznych.

Kolejnym aspektem analizy PI-DC jest liczba przelotek w sieciach zasilania. Problem jest podobny jak dla kształtów miedzi – gdy przelotek jest zbyt mało, występują duże spadki napięcia i straty mocy, gdy jest ich za dużo, marnowane jest cenne miejsce na płycie.

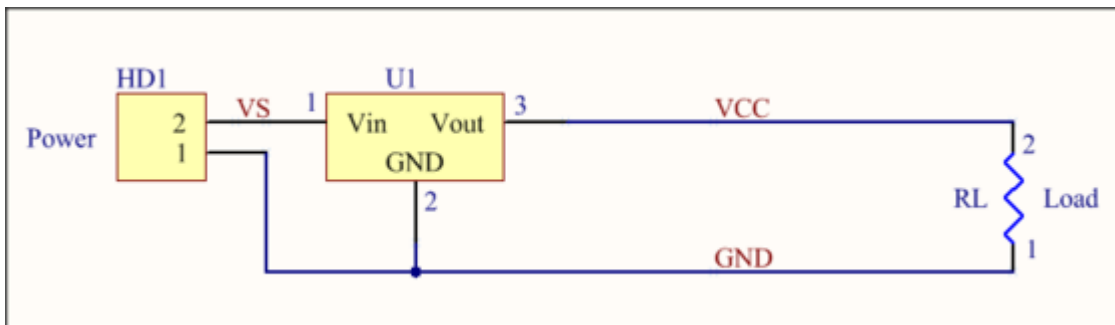
Wobec braku wiarygodnych danych na temat spadków napięcia na różnych kształtach sieci zasilania, masy i przelotkach, projektant musi postępować zachowawczo, stosując nadmiarowość przy tworzeniu PCB, co prowadzi do zwiększenia rozmiarów czy ilości warstw płytki. PDN Analyzer zapewnia dokładne informacje na temat zdolności sieci zasilania do poprawnej dystrybucji energii w projekcie, co pozwala projektantom na stworzenie najbardziej optymalnych rozwiązań.

Pośród tych i innych zalet, które PDN Analyzer wprowadza do projektów PCB, zapewnia także następujące korzyści:

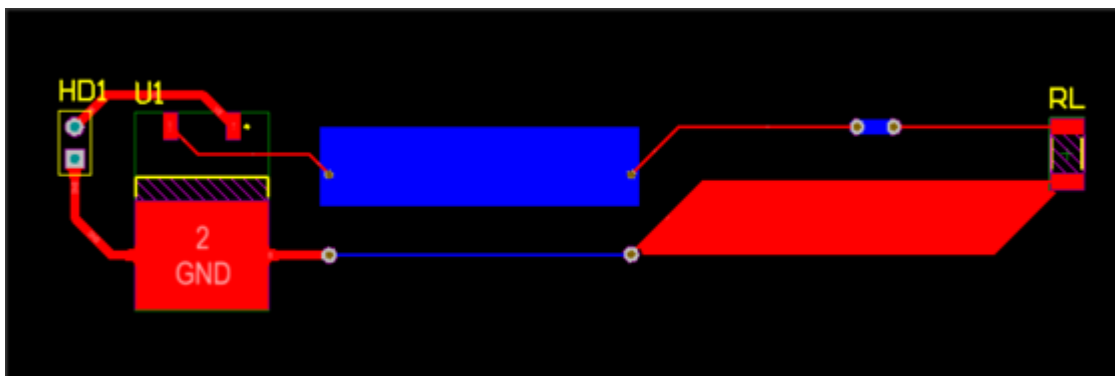
- Niezawodność produktu: pomaga zapewnić prawidłowe działanie poszczególnych źródeł zasilania w obrębie projektu, pod względem poziomów napięć stałych, stabilności napięcia i śledzenia potencjalnych miejsc uszkodzeń termicznych.
- Poprawiony układ płytki PCB: zapewnia informacje, pozwalające na najbardziej efektywne wykorzystanie miejsca na płycie, a także pozwala na łatwą identyfikację i korektę problematycznych obszarów o dużej gęstości prądu.
- Wiedza: projektant nie musi polegać na praktycznych zasadach czy szacunkowych obliczeniach wartości prądów w sieciach zasilania.

#### Przykład analizy z wykorzystaniem PDN Analyzer

W najbardziej podstawowej formie, układ płytki, który będzie podlegał analizie PI-DC, może składać się ze stabilizatora napięcia i jego obciążenia, połączonych miedzianymi obszarami o różnych kształtach i szerokościach.

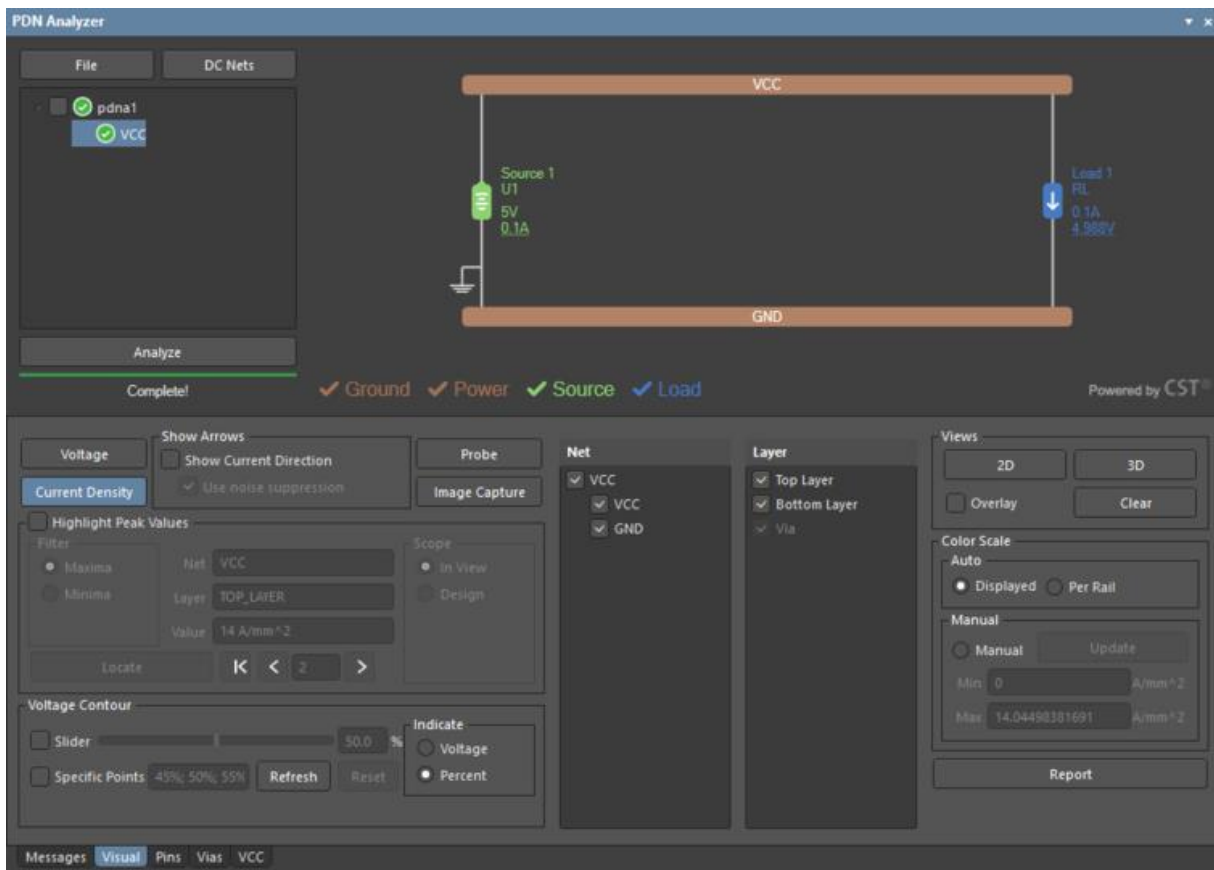


Rys. 3. Przykładowy projekt.



Rys. 4. Projekt PCB z zestawem różnych obiektów miedzi.

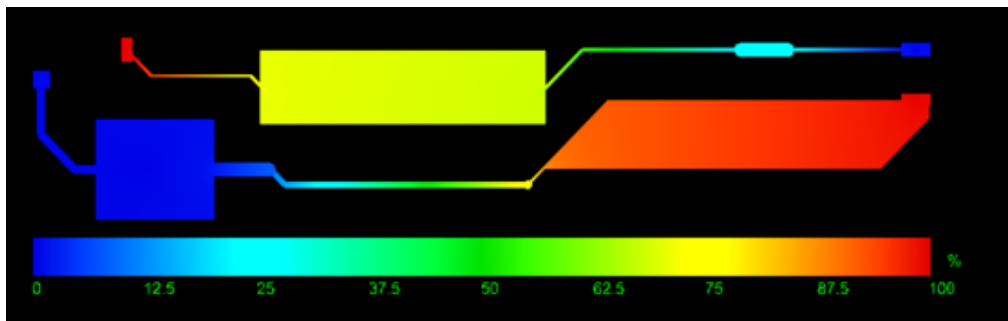
Interfejs panelu PDN Analyzer wizualnie emuluje obwód zasilania od źródła do obciążenia. Aplikacja automatycznie pobiera wszystkie fizyczne i elektryczne informacje (netlistę, elementy, kształty warstw itp.) z aktywnego projektu PCB.



Rys. 5. Panel interfejsu PDN Analyzer.

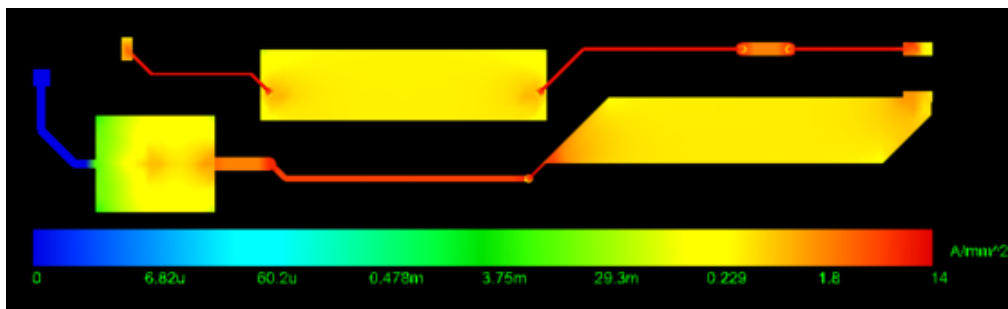
W przykładzie, źródło stanowi układ U1 (5V pomiędzy wyprowadzeniami 3 i 2), a do obciążenia (RL) wpływa prąd o natężeniu 0.1A. Gdy wartości zostaną wprowadzone w panelu (napięcia i prądy źródła i obciążenia) można uruchomić symulację. Na uwagę zasługuje fakt, że do symulacji nie są potrzebne żadne dodatkowe modele, przez co jej konfiguracja jest niezwykle prosta.

Wynik prezentowany jest graficznie w edytorze PCB w widoku 2D lub 3D.



Rys. 6. Wynik symulacji.

Wyniki mogą być prezentowane jako wartości spadków napięć (rysunek powyżej) lub gęstości prądu (poniżej) dla wszystkich stosownych warstw w projekcie.



Rys. 7. Mapa gęstości prądu w sieciach PWR i GND.

### Instalacja i licencjonowanie

Aplikacja **PDN Analyzer** jest dodawana do Altium Designer poprzez instalację rozszerzenia **PDN Analyzer**. Funkcjonalność rozszerzenia jest odblokowywana poprzez wykupienie licencji.

**PDN Analyzer** może być licencjonowany w identyczny sposób jak Altium Designer – jako licencja stanowiskowa, lokalna sieciowa lub sieciowa, pobierana poprzez internet z serwera firmy Altium.