

Druk 3D dla elektroników (4)

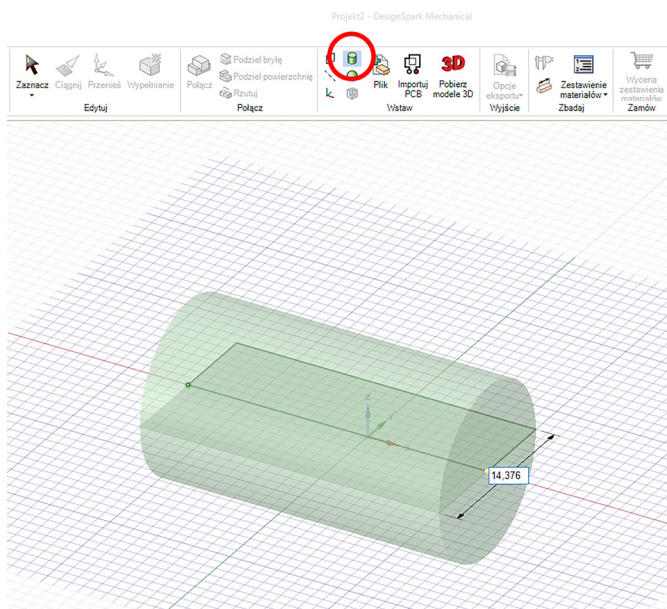
Połączenia śrubowe są rozpowszechnione w wielu zastosowaniach, nie tylko w elektronice. Zwykle nie wykonuje się śrub i nakrętek, ale używa gotowych, kupionych w handlu. Jeśli już jednak zajdzie konieczność zrobienia nietypowej śruby, to można posłużyć się narzynką, a w wypadku nakrętki – gwintownikiem. Te narzędzia przydadzą się zwłaszcza wtedy, gdy śruby będą wykonywane z metalu. Gorzej, jeśli potrzebujemy śrub z tworzywa sztucznego, nieprzewodzącego prądu. Czy w takiej sytuacji można posłużyć się drukarką 3D i wykonać śrubę, która od razu będzie nagwintowana?

Wykonując śrubę z metalu posługujemy się tradycyjną obróbką skrawaniem. Wykonując śrubę za pomocą drukarki 3D użyjemy tzw. technologii przyrostowej. Podstawową trudność w jej użyciu stanowi narysowanie równego, zgodnego z normą gwintu, za pomocą programu wspomagającego projektowanie elementów mechanicznych.

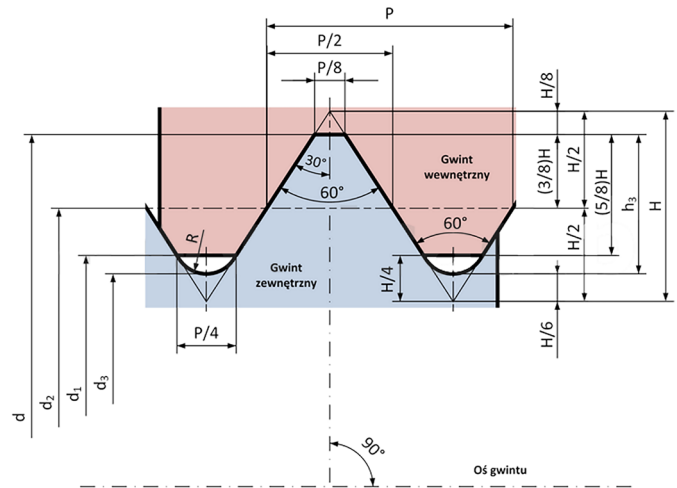
Założmy, że dla potrzeb tego ćwiczenia narysujemy śrubę M16×1,5, nagwintowaną na długości 25 mm. Parametry gwintu nie są automatycznie ustalane przez Design Spark Mechanical, więc należy je odnaleźć w odpowiednich poradnikach (na przykład, na stronie internetowej <https://goo.gl/9iv9yW>) lub obliczyć. Dla śruby M16×1,5 mm są one następujące:

- Skok gwintu (**P**): 1,5 mm.
- Średnica nominalna gwintu nakrętki i śruby (**D=d**): 16 mm.
- Średnica średnia gwintu nakrętki i śruby (**D2=d2**): 15,026 mm.
- Średnica wewnętrzna gwintu nakrętki i śruby (**D1=d1**): 14,376 mm.
- Średnica rdzenia śruby (**D3**): 14,160 mm.
- Kąt zarysu gwintu: 60°.

Główną trudność stanowi narysowanie gwintu. Z łbem śruby np. o kształcie sześciokątym poradzimy sobie bez żadnego trudu posługując się wcześniejszymi artykułami, więc założmy, że wykonywana przez nas śruba będzie miała łeb walcowy z nacięciem dla płaskiego wkrętaka.



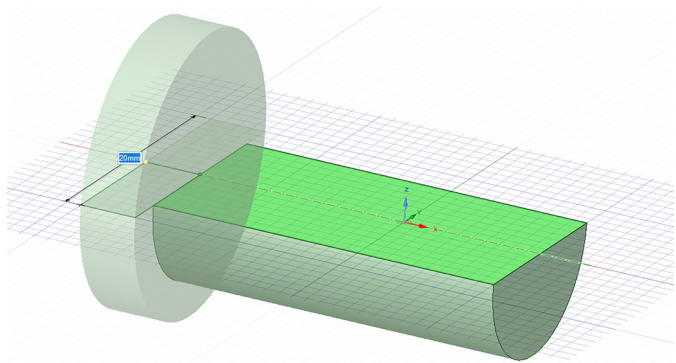
Rysunek 1. Rysowanie walca, na którym będzie nawinięty gwint



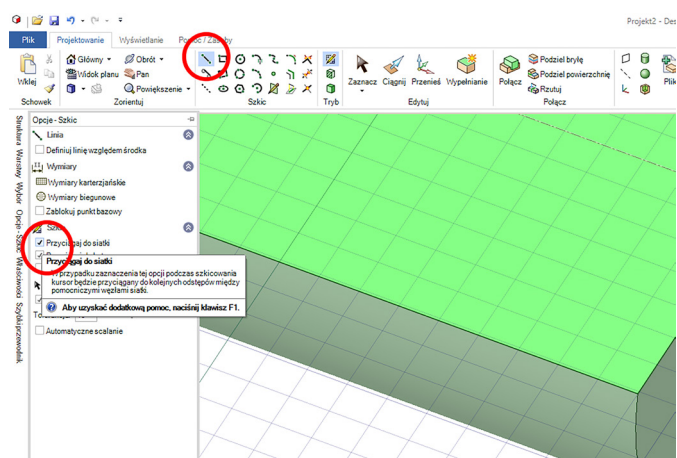
Rysunek 2. Parametry śruby – rysunek ze strony internetowej icad.pl

Korzystając z Design Spark Mechanical można narysować śrubę na dwa sposoby. W pierwszym, trzeba narysować walec o średnicy nominalnej (**D**) i „naciąć” w nim gwint. W drugim, trzeba narysować walec o średnicy równej wewnętrznej średnicy gwintu (**D1**) i „nawinąć” na nim gwint. W tym ćwiczeniu posłużymy się drugą z opisanych metod.

Na początek rysujemy walec, na którym ułożymy spiralę o przekroju trapezowym, tworzącą gwint. W tym celu posługujemy się narzędziem „Cylinder”. Po jego wybraniu rysujemy linię będącą osią symetrii cylindra o długości 25 mm. Następnie, po osiągnięciu zadanej

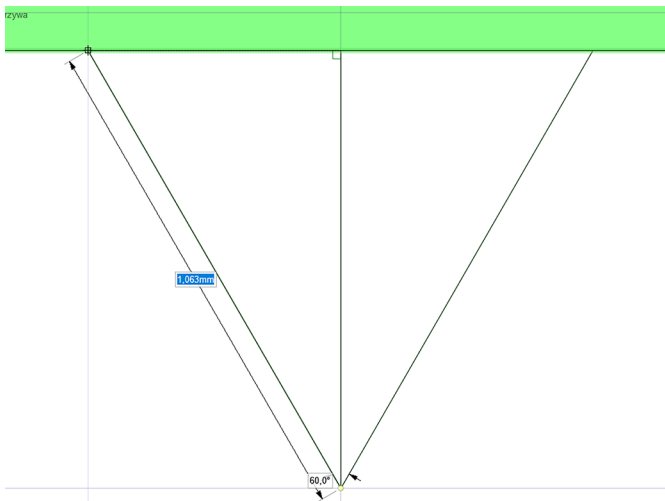


Rysunek 3. Rysowanie walca będącego łbem śruby

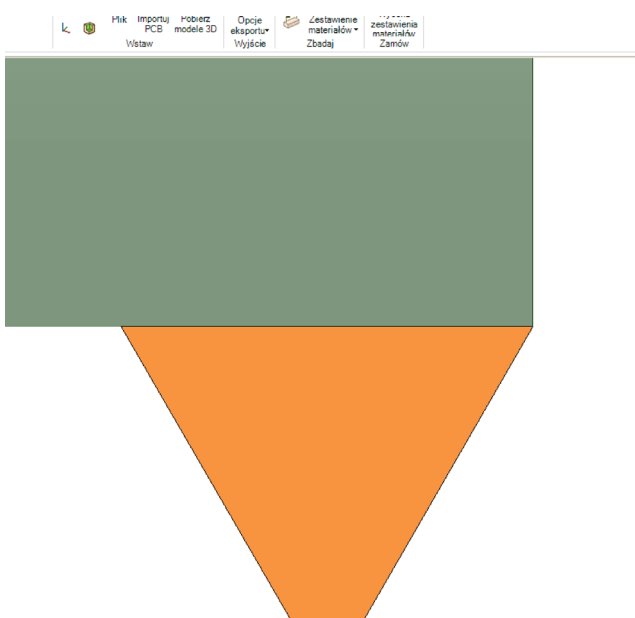


Rysunek 4. Wyłączenie przyciągania do siatki i do kąta

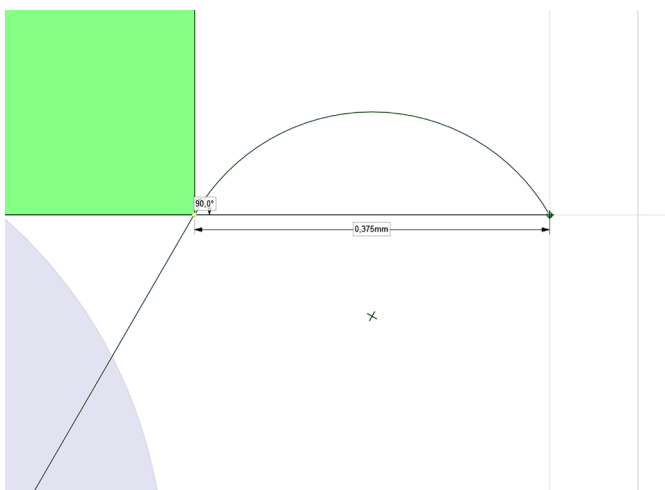
długości i kliknięciu myszką (lub jej wpisaniu i naciśnięciu Enter), rysujemy linię będącą średnicą cylindra. Wygodniej niż posługiwać się myszką jest wpisać wymiar za pomocą klawiatury, ponieważ podajemy go z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku. Dla rysowanej przez nas śruby M16×1,5 odczytana z tabeli „średnica rdzenia śruby” wynosi 14,376 mm (**rysunek 1**).



Rysunek 5. Rysowanie trójkąta będącego bazą przekroju gwintu



Rysunek 6. Gotowy trapez – przekrój gwintu



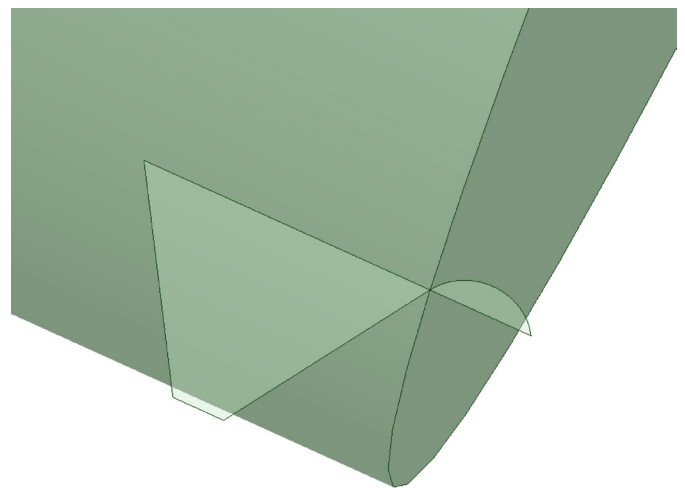
Rysunek 7. Rysowanie łuku sięgającego do rdzenia śruby

Tu należy się kilka słów wyjaśnienia. Na **ryśunku 2** zaczerpniętym ze strony internetowej www.icad.pl pokazano parametry gwintu. Widać na nim, że średnica rdzenia śruby D3 jest mniejsza od średnicy wewnętrznej gwintu D1. Podstawa gwintu jest umieszczona na średnicy wewnętrznej D1, a różnicę pomiędzy nią a średnicą rdzenia „wypełnia” zaokrąglony rowek, który w najwyższym punkcie osiąga parametr „średnica rdzenia śruby” D3 tj. w naszym wypadku 14,160 mm. Ta informacja będzie nam potrzebna do wykonania zagłębienia poniżej podstawy gwintu.

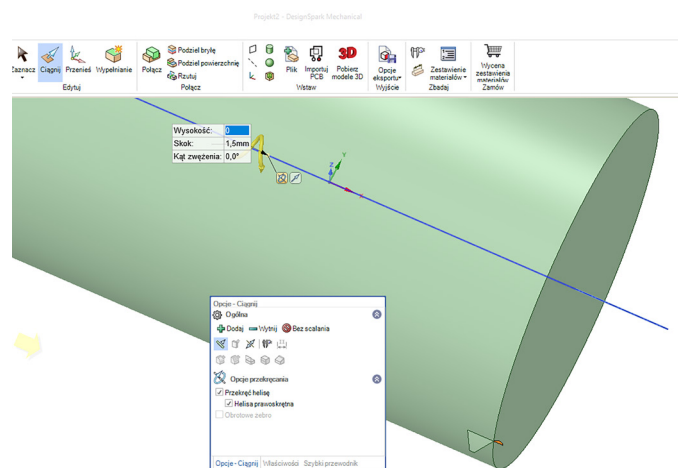
Wróćmy do rysunku śruby. Za pomocą narzędzia „Walec” rysujemy łeb śruby o wysokości 4 mm i średnicy 20 mm – **rysunek 3**. Nacięciem dla wkrętaka zajmiemy się na samym końcu, a teraz zabierzemy się za narysowanie gwintu. Wybieramy narzędzie „Linia”, a w opcjach wyłączamy przyciąganie do siatki i nieco niżej – przyciąganie do kąta, jak na **ryśunku 4**. Teraz włączamy widok planu, silnie powiększamy obraz i... musimy wykonać drobne obliczenia.

Jak wynika z rys. 2, wysokość zęba to średnica rdzenia nominalna D pomniejszona o średnicę rdzenia śruby D3, to jest 1,84 mm. W związku z tym, że musimy narysować pojedynczy ząb, który następnie zostanie owinięty wokół rdzenia, to jego wysokość będzie wynosiła połowę obliczonej różnicy tj. 0,92 mm (zamieniamy średnicę na promień). Kąt zarysu gwintu to 60°, a prosta odcinająca wierzchołek trójkąta ma długość 1/8 skoku tj. $1/8 \times 1,5 \text{ mm} = 0,1875 \text{ mm}$. Narysujmy to.

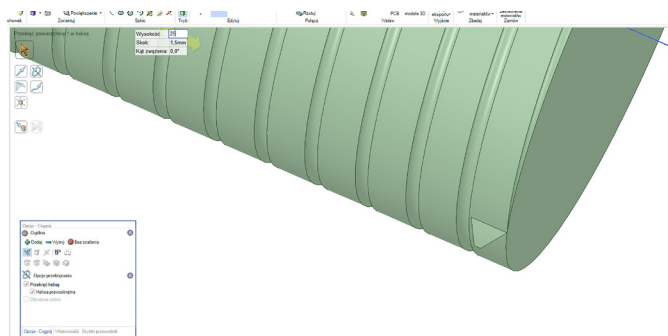
W celu narysowania trapezu tworzącego przekrój gwintu posłużyłem się następującym sposobem. Aby nie wykonywać żmudnych obliczeń długości ścianki trójkąta, narysowałem odcinek prostopadły



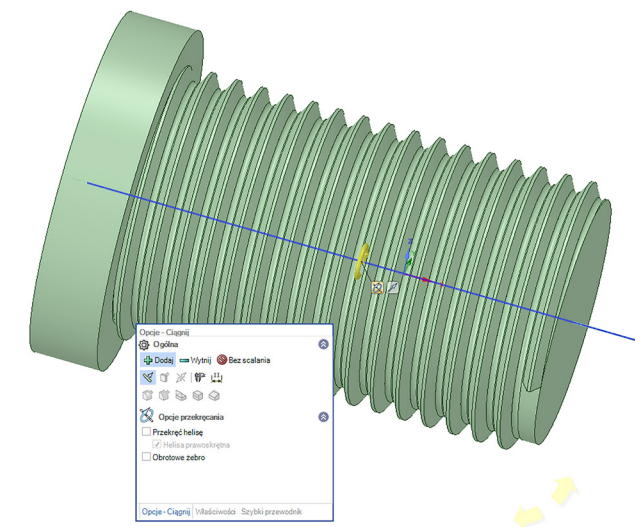
Rysunek 8. Gotowe, wypełnione kształty przeznaczone do ciągnięcia



Rysunek 9. Parametry ciągniętego łuku



Rysunek 10. Efekt ciągnięcia łuku z opcją wycinania

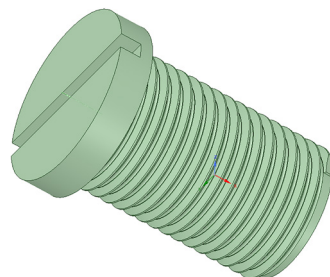


Rysunek 11. Efekt ciągnięcia trapezu z opcją dodawania

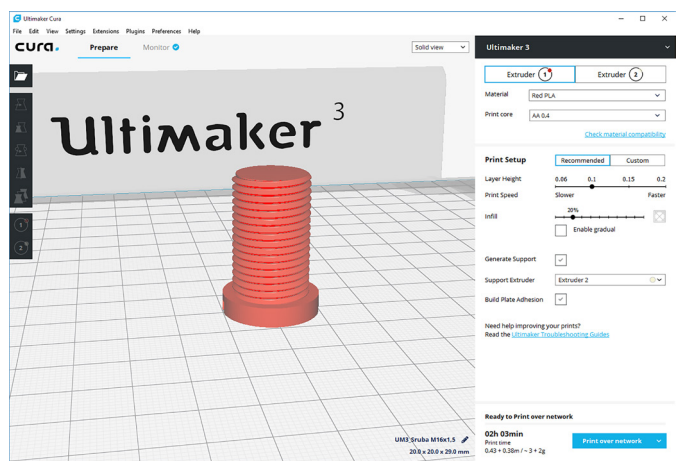
do powierzchni walca śruby o długości równej wysokości gwintu, to jest 0,92 mm. Następnie, z jego końca narysowałem dwa odcinki do powierzchni śruby – jeden pod kątem 60°, a drugi 30° (rysunek 5). Dorysowałem podstawę trójkąta, wypełniłem go za pomocą narzędzia „Wypełnij”, odciąłem wierzchołek rysując dwa odcinki o długości 0,094 mm, prostopadłe do wysokości zęba i połączone końcami. Następnie skasowałem zbędne fragmenty figury i dosunąłem powstały trapez do podstawy śruby uzyskując efekt pokazany na rysunku 6.

Teraz musimy wykonać łuk sięgający wierzchołkiem rdzenia śruby, co nie jest trudne. W tym celu posługujemy się narzędziem „Łuk z trzech punktów”. Cięciwa łuku ma mieć długość $P/4$ (skok gwintu/4) = 0,375 mm, jego promień jest równy różnicy pomiędzy $D1$ i $D3$ wynoszącej 0,216 mm (rysunek 7). Początek i koniec łuku łączymy za pomocą odcinka. Powstała w ten sposób figura będąca częścią koła posłuży nam do nacinania rowka w walcu. Po tych przygotowaniach można rozpocząć „owijanie” trzpienia śruby gwintem.

Trzymając wciśnięty Ctrl zaznaczamy dopiero co narysowane figury i z menu wybieramy funkcję „Wypełnij”. Powinniśmy uzyskać efekt pokazany na rysunku 8. Następnie, po kolei obracamy narysowane figury po spirali. Jako pierwszy wybieramy łuk. Z menu wybieramy „Ciągnij”, następnie po prawej stronie ikonę „Przekręć”. Zgodnie z komunikatem pokazanym na ekranie zaznaczamy oś obrotu (oś symetrii śruby).



Rysunek 12. Gotowy projekt śruby



Rysunek 13. Projekt śruby załadowany do programu Cura 3.0.4

Z okienka opcji wybieramy „Przekręć helisę” i wyświetlonym, niewielkim oknie wpisujemy skok gwintu 1,5 mm oraz jego długość 25 mm (rysunek 9). Tę samą czynność, ale już z zaznaczeniem opcji „Dodaj” w okienku „Ciągnij”, powtarzamy dla trapezu (rysunek 10). Po kilku sekundach powinniśmy zobaczyć śrubę, jak na rysunku 11.

Na koniec, rysując trójkąt na końcu gwintu oraz za pomocą funkcji „Ciągnij” odcinamy ten koniec, co ułatwi nakręcanie nakrętki. Wykonujemy też prostokątne nacięcie dla wkrętaka. Dopiero co narysowaną śrubę (rysunek 12) zapisujemy na dysku – w formacie natywnym i w formacie STL, który może być odczytany przez slicer Cura.

Jak łatwo zorientować się, ze względu na wycięcie w łbie i sam gwint śruba będzie musiała być drukowana z użyciem materiału podporowego. Tu bardzo przyda się możliwość jednoczesnego drukowania za pomocą dwóch głowic, którą ma drukarka Ultimaker 3. Dzięki temu śruba może być po prostu wydrukowana w całości i nie trzeba jej dzielić na części. Śrubę wydrukujemy z czerwonego PLA, a jako materiału podporowego użyjemy rozpuszczalnego w wodzie PVA. Model śruby załadowany do programu Cura pokazano na rysunku 13, natomiast gotową, wydrukowaną śrubę na fotografii 14.

Raczej nie namawiam do używania drukarki 3D do wykonywania śrub, jeśli można kupić gotowe, wykonane np. z Nylonu. Rysowanie śruby z tego artykułu bardziej należy potraktować jak ćwiczenie. Jak łatwo zauważyć, wydruk śruby M16×1,5 o długości 25 mm przy wypełnieniu 20% i wysokości warstwy 0,1 mm trwa blisko 2 godziny. Powodem jest konieczność jednoczesnego nakładania przez drukarkę materiału podporowego i materiału tworzącego śrubę, co pochłania sporo czasu. Niemniej jednak, opisywany sposób rysowania może przydać się do wykonania nietypowych części prototypów urządzeń, w których są używane połączenia gwintowane, na przykład – do zamocowania płytki drukowanej, wyświetlacza, dźwigni i innych.

Jacek Bogusz, EP



Fotografia 14. Wygląd wydrukowanej śruby