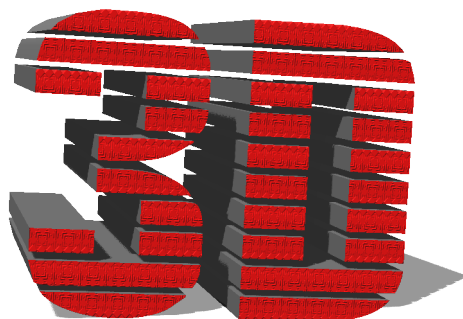


W czwartym odcinku naszego kursu sprawdzimy, w jaki sposób dostać się do poszczególnych ustawień związanych z planowanym wydrukiem – po to, by zmienić parametry na najbardziej dla nas korzystne.

PRAKTYCZNY KURS DRUKU



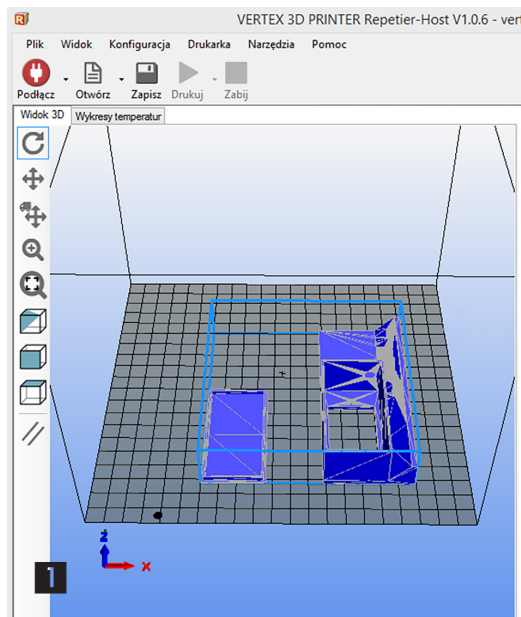
Lekcja 4 – korygujemy ustawienia fabryczne

Niektóre ustawienia fabryczne nie są idealne na rozpoczęcie pracy z nową drukarką. Drukarka podczas pierwszego wydruku zachowuje się niekiedy tak, jakby miała się za chwilę rozpaść. Oprogramowanie VERTEX 3D-Printer Repetier_Host podczas instalacji może np. dokonać automatycznej konfiguracji domyślnych ustawień drukarki w ramach procesu cięcia i konwersji wirtualnych projektów do pliku *.gcod. Niestety, te ustawienia są trochę niefortunne na rozpoczęcie pracy, gdyż domyślnie przyjmują maksymalne prędkości pracy silników, co powoduje błędy podczas druku, przesunięcia oraz generuje wspomniane niepokojące dźwięki. Również domyślna dokładność wydruku, wynosząca 0,1 mm, pozostaje zbyt duża na początek, warto więc zmienić niektóre parametry.

Zaczynamy zmiany

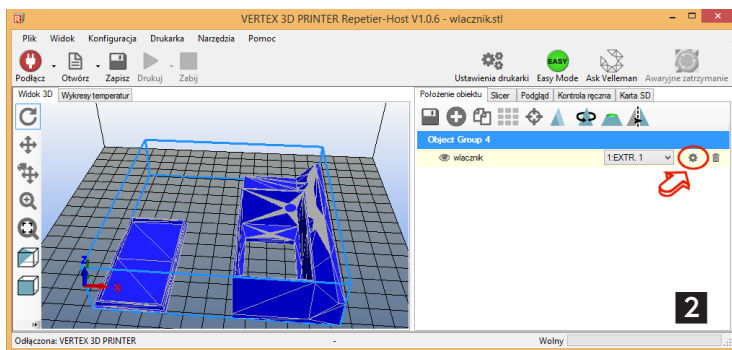
Na początek proponuję zmniejszyć **prędkość wydruku i pracy silników** w przebiegach jałowych. Całość tej części kursu zostanie przeprowadzona na bazie **wydruku uchwytu** pozwalającego na wyposażenie drukarki we włącznik zasilania – plik **wlacznik.stl** jest dostępny w materiałach na stronie MT.

Po otwarciu programu VERTEX Repetier_Host należy wczytać plik wlacznik.stl, ustawić go na środku pola wydruku, identycznie jak na **foto 1**. Czasem po zakończonym wydruku okazuje się, że jedna z części może mieć skazę (np. wykrzywiona powierzchnia ściany) i będzie wymagała ponownego wydruku. W tym celu, aby uniknąć potrzeby



wydruku całego zestawu, warto użyć opcji „Podziel obiekt”. Jest dostępna po naciśnięciu na ikonie „trybika”, oznaczonej na obrazku czerwonym owalem i strzałką (2).

Użycie tej opcji otwiera dodatkowe okno, które ma dwie sekcje. Pierwsza to informacje konfiguracyjne (*Settings*), druga to analiza i statystyka (*Analysis*).



gcode, używa się go po wybraniu odpowiednich opcji wydruku. Poniżej znajduje się pole wyboru silnika, najczęściej pomiędzy CuraEngine a Slic3r, domyślnie jest aktywny CuraEngine. Na początek zaleca się korzystanie z tego silnika. Poniżej znajduje się przycisk konfiguracyjny, ale o nim za chwilę.

Cztery pola

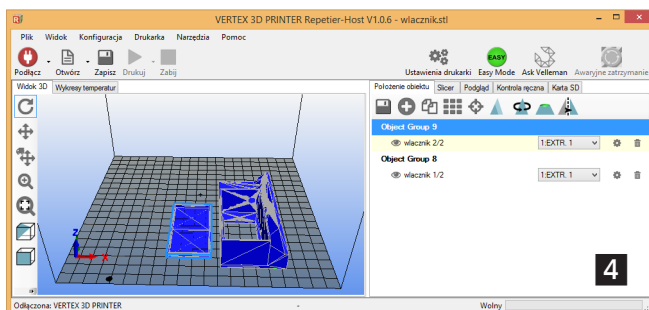
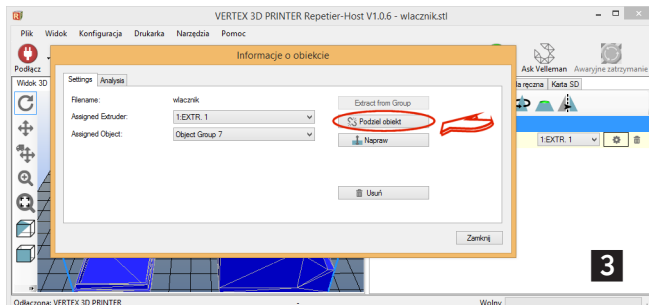
Obszar drugi zawiera cztery pola wyboru.

Pierwsze to „**Wybierz profil**”. Można wybrać profil dla pojedynczej głowicy lub do dwóch głowic. Ponieważ obecnie drukarka ma jedną głowicę, należy wybrać opcję: Vertex Single Head.

Drugie pole – „**Ustaw Brim/Raft**” – służy do poprawienia utrzymywania się wydruku na stole podczas drukowania. Opcja *Brim* włącza dodatkową płaszczyznę wokół wydruku w pierwszej warstwie – jest bardzo użyteczna podczas druku dużych płaszczyzn (zmniejsza ryzyko odklejenia się od stołu pod wpływem naprężeń) lub gdy wydruk ma małą powierzchnię styku ze stołem (np. wydruku cylindra o ściance 1 mm). Natomiast opcja *Raft* dodaje grubsze warstwy o niskim stopniu wypełnienia i wątlm połączeniu z drukowanym obiektem w celu łatwego usunięcia po zakończeniu pracy – umożliwia to drukowanie wysokich elementów o małej powierzchni styku z podłożem; przykładem jest wydruk kuli.

Trzecie pole to „**Jakość**”. Ten parametr odnosi się głównie do wysokości (grubości) warstwy. Po instalacji aplikacja domyślnie ma tylko jeden profil o wartości 0,1 mm. Parametr ten ma także przełożenie na szybkość wydruku,

wynika on z liczby warstw na każdy mm wysokości wydruku. Aby sobie to uzmysłowić, wystarczy rozpałtrzyć nasz wydruk, którego wysokość wynosi 30 mm. Jak łatwo policzyć, przy dokładności 0,1 mm potrzebnych będzie 300 warstw, przy 0,2 mm już tylko 150, natomiast przy

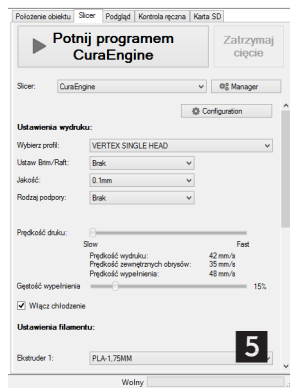


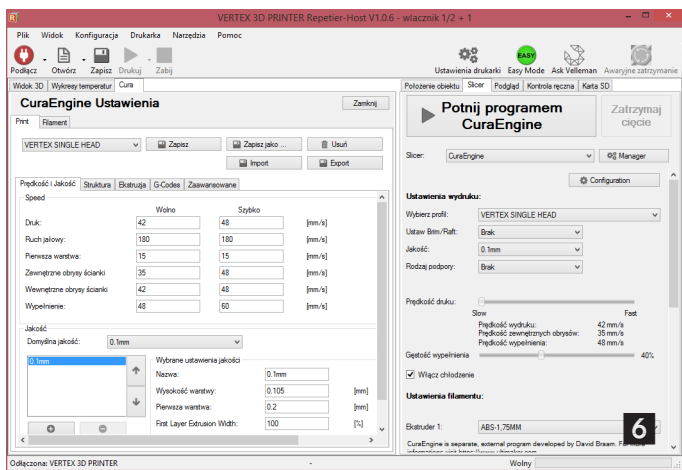
W sekcji *Settings* należy po prawej stronie nacisnąć przycisk „Podziel obiekt”, zaznaczony na obrazku czerwonym owalem (3).

Uruchomienie opcji „Podziel obiekt” powoduje **podział wydruku na oddzielne elementy**, a każdy z elementów uzyskuje nazwę składową z numerem, w tym przypadku: „włacznik 1/2 i 2/2” (4). Od tego momentu każdy z elementów składowych jest traktowany jako odrębna część, można go przesuwac, obracać, skalować lub usunąć. Opcja podziału jest bardzo pożyteczna, a często wręcz niezbędna podczas drukowania projektów pobranych z Internetu.

Mając już elementy ułożone na stole, należy przejść w prawym oknie z sekcji „Położenie obiektu” do sekcji „Slicer”. Okno to można podzielić umownie na trzy obszary. Na samej górze znajduje się obszar konfiguracji i użycia „Slicera”. Poniżej są „Ustawienia wydruku”, a na samym dole „Ustawienia filamentu” (5).

Zaczynając od góry, duży klawisz „Potnij program CuraEngine” służy do **generowania plików**





0,25 mm – 120 warstw. Oczywiście obniża to gładkość ścian bocznych wydruku, jednak warto się zastanowić czy zawsze jest nam niezbędna.

Czwarte pole to „**Rodzaj podpory**”. Umożliwia ono wydruk obiektów, mających równolegle względem stołu powierzchnie (ścianki) zawieszona w przestrzeni. Należy pamiętać, że każda ścianka o nachyleniu mniejszym niż 45 stopni grozi błędami w wydruku (część wydruku opadnie na stół, będąc się tworzyły różnego rodzaju purchle i guzy) – ścianki te powinny się podparć. Podpory mogą być ustawiane względem stołu („Tylko dotyka stołu”) lub względem innej części obiektu („Wszędzie”).

Poniżej znajdują się **paski stanu**, które umożliwiają w łatwy sposób zarządzanie szybkością wydruku. Pierwszy to „Prędkość druku”. Można go ustawić od *Slow* (42/35/48) do *Fast* (48/48/60). Następny pasek – „Gęstość wypełnienia” – pozwala ustalić procentowe wypełnienie obiektu. Trzeba pamiętać, że większe wypełnienie to wprawdzie dłuższy czas wydruku, ale także większa wytrzymałość. Ta opcja powinna być używana z rozsądkiem, a zalecana wartość wynosi ok. 40%.

Poniżej pasków stanu można dostrzec **pole wyboru**, które odpowiada za ochładzanie wydruku. Ma ono duże znaczenie podczas wydruku z elementami o dużym kącie nachylenia lub gdy są one częściowo zawieszona w powietrzu. W K8400 do ochładzania wydruku jest używany mały wentylator zamontowany przed głowicą. Jego mała wydajność jest tak dobrana, aby ochładzał wydruk, ale go nie niszczył (zbyt szybkie ochłodzenie powoduje pęknięcie lub odkształcenie się wydruku).

W kolejnym obszarze można wybrać rodzaj filamentu. Domyślnie do wyboru są: PLA-1,75 mm i ABS-1,75 mm. W naszym przypadku należy oczywiście wybrać PLA-1,75.

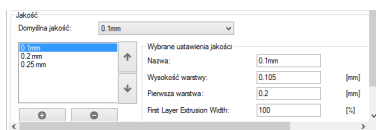
Chcąc dokonać zmian w konfiguracji domyślnej, należy wcisnąć przycisk „Configuration”. Otworzy to w lewej części aplikacji okno konfiguracyjne (6).

Sekcja pierwsza składa się z obszaru „Speed” i „Jakość”. W tym pierwszym ustawia się **parametry szybkości druku**, które na początku powinny być poprawne, poza opcją „Ruch jałowy” (drugi wiersz), którą należy zmienić ze 180 do 70 mm/s. Zaproponowana szybkość w konfiguracji domyślnej jest zbyt duża jak na warunki rozruchu drukarki. Po kilku wydrukach i tuningu wartości te będzie można nawet przyspieszyć.

Sekcja druga to **konfiguracja druku w zależności od wysokości (grubości) warstwy**. Domyślnie sekcja ta zawiera tylko konfigurację dla warstwy 0,1 mm. Warto więc dodać konfigurację dla 0,2 mm i 0,25 mm

– wystarczy nacisnąć dwukrotnie przycisk „+” (7).

Teraz już pozostaje tylko konfiguracja dla nowych grubości warstw. W tabeli podane są zalecane wartości.



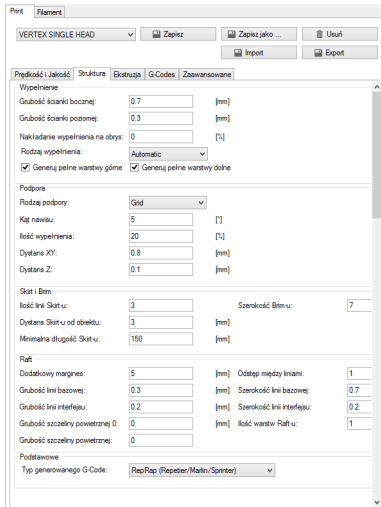
Ponieważ średnica dyszy głowicy w K8400 wynosi 0,35 mm, maksymalna wysokość warstwy nie powinna przekraczać 0,3 mm (większa wartość powoduje osłabienie wydruków oraz tendencję do ich rozwarstwiania). Należy pamiętać, że pierwsza warstwa musi być grubsza od pozostałych (jednak nie można przekraczać 0,3 mm), ponieważ tylko wtedy wydruk przykleja się do stołu.

Parametry	0,1 mm	0,2 mm	0,25 mm
Nazwa	0,1 mm	0,2 mm	0,25 mm
Wysokość warstwy	0,105 mm	0,2 mm	0,25 mm
Pierwsza warstwa	0,2 mm	0,3 mm	0,3 mm
Ekstruzja pierwszej warstwy	100%	100%	100%

Struktura

Kolejna sekcja konfiguracji to „Struktura”, w której można ustawić parametry dotyczące konkretnego wydruku. Można w nim wyróżnić następujące obszary: Wypełnienie, Podpora, *Skirt* i *Brim*, *Raft* (8).

Obszar „Wypełnienie” pozwala na ustalenie **grubości ścianki bocznej**. Domyślna wartość to 0,7 mm, przewidziano ją dla standardowych wydruków. W przypadku wydruku obiektów przenoszących obciążenia warto tę wartość zwiększyć np. do 1 mm. Następnie można ustalić grubość ścian poziomych. Domyślna wartość wynosi 0,3 mm (trzy warstwy o wysokości 0,1 mm), jednak należy pamiętać, aby była dostosowana do wysokości warstwy (np.

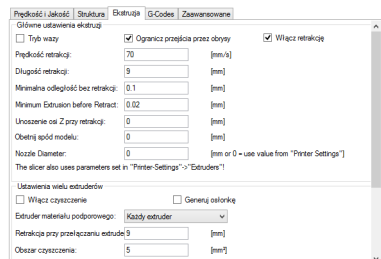


dla wysokości warstwy 0,2 mm zaleca się ustawić 0,6 mm, a dla 0,25 mm – 0,5 lub 0,75 mm).

Kolejnym ważnym parametrem w tej sekcji jest wybranie **rodzaju wypełnienia**. Domyślna wartość to *Automatic*, czyli wypełnienie dobierane automatycznie do wielkości obszaru i poziomu wypełnienia. Gdy wydruk będzie miał mieć konkretne zastosowania, można manualnie ustalać rodzaj wypełnienia: *grid*, *lines*, *concentric lines*.

Grid to struktura idealna do przenoszenia dużych obciążeń przy niskim wypełnieniu (pozwala zaoszczędzić filament bez utraty właściwości mechanicznych). *Lines* to dobre rozwiązanie, gdy jest wymagana duża szybkość wydruku (właściwości trochę niższe w przypadku sił działających na wydruk pod dużym kątem lub bocznych). *Concentric lines* to szybkie wypełnienie, stosowane tylko dla obiektów nieprzenoszących obciążeń lub nacisków prostopadłych do płaszczyzny wydruku.

Nadszedł czas na *Skirt i Brim*. *Skirt* to linia w pewnym oddaleniu od obiektu, której zadaniem jest **pozbycie się starego materiału z głowicy** oraz **znielowanie ewentualnej przerwy** w podawaniu materiału na początku wydruku. W tym przypadku ustawienia domyślne są wystarczające i nie ma potrzeby dokonywania zmian. Oczywiście nie dotyczy to funkcji *Brim*, której zadaniem jest wspomniane przytrzymanie obiektu na stole, szczególnie wtedy



gdy obiekt jest wysoki i ma małą powierzchnię podstawy (np. okrągły pręt o średnicy 5 mm i wysokości 50 mm). Zaleca się wtedy ustawiać *Brim* co najmniej na 3 mm (pierwsza płaszczyzna będzie miała obrys większy o 3 mm naokoło drukowanego obiektu). Warto pamiętać, że ustawiając szerszą *Brim* niż odległość *Skirt* od obiektu, należy ten ostatni wyłączyć lub odsunąć na szerokość *Brim* u.

Ostatnia funkcja, *Raft*, służy do mocowania obiektów na stole, mających tylko niewielki obszar styku z nim – przykładem może być wspomniany wydruk kuli. Ustawienia domyślne są wystarczające, należy jednak pamiętać, aby dostosować grubość linii bazywej do aktualnie używanej wysokości warstwy.

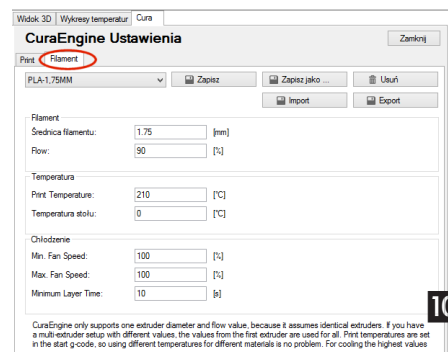
Ekstruzja

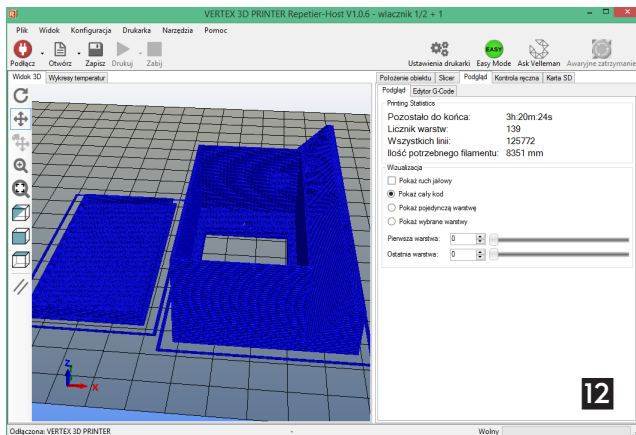
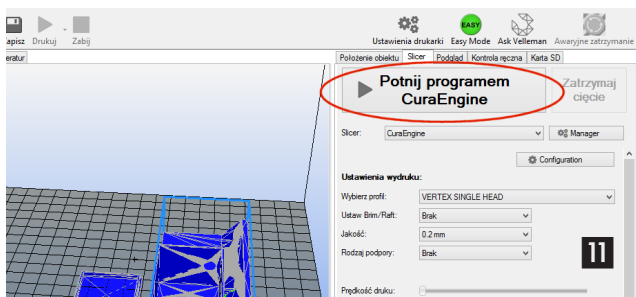
Kolejna sekcja to Ekstruzja. Odpowiada za **konfigurację parametrów podawania filamentu** oraz jego ekstruzji (9). Wszystkie parametry są dobrane odpowiednio i nie powinno się dokonywać zmian, z wyjątkiem funkcji „Tryb wazy”. Funkcja ta umożliwia wydruk pełnej bryły tylko po jej obrisy, jest idealna podczas drukowania wazoników. Pozostałe sekcje – G-codes i Zaawansowane – powinny na tym etapie pozostać bez zmian. W celu zatwierdzenia i zapamiętania zmian należy je zapisać przyciskiem „Zapisz” lub utworzyć nową konfigurację, przyciskając „Zapisz jako”.

Jeżeli pojawi się potrzeba dostosowania lub utworzenia nowej konfiguracji w celu **obsługi innego filamentu** (domyślna konfiguracja jest dostosowana do parametrów filamentu dostarczanego przez producenta drukarki), należy w prawym oknie wejść w grupę konfiguracyjną „Filament”, na obrazku oznaczoną czerwonym obrysem (10).

Konfigurację rozpoczyna się od podania średnicy filamentu, która jest stała dla danej drukarki (w przypadku K8400 będzie to najczęściej 1,75 mm). Następnie podaje się ilość płynnego plastiku wypływającego z głowicy (ten parametr powinno się regulować jedynie w obszarze 90-110%). Jeżeli ilość jest zbyt mała, można ten parametr zwiększać, jeśli zbyt duża – lekko zmniejszać.

Po przejściu do ustalania temperatury głowicy i stołu warto zapoznać się ze **specyfikacją**





parametrów wydruku, dołączoną do zakupionego filamentu (PLA, ABS i inne). Zalecana temperatura druku może wynosić od 185 do 240°C. Wartość 210 jest zalecana dla materiałów typu PLA, dostarczanych przez producenta drukarki Vertex K8400.

Jeżeli drukarka jest wyposażona w podgrzewanie stołu, jego temperatura powinna dla PLA mieścić się w temperaturze 50-70°C, a dla ABS od 90-110. W celu utworzenia nowej konfiguracji należy kliknąć na przycisk „Zapisz jako”, koniecznie podając nową nazwę związaną z używanym filamentem.

Generowanie gcode

Konfiguracja zakończona, nadszedł czas na **generowanie pliku gcode**. W tym celu należy użyć przycisku „Potnij programem CuraEngine”, na obrazku zaznaczonym czerwonym obrysem (11). Program rozpocznie proces cięcia obiektu (grupy obiektów) na poszczególne warstwy (w tym przypadku 0,2 mm) oraz ustali ruch głowicy i momenty ekstruzji filamentu. Po zakończeniu tego procesu program automatycznie przełączy się w tryb podglądu wydruku, w którym można oglądać poszczególne warstwy, a nawet edytować plik gcode (ale na tym etapie tego nie zalecam) (12).

Ostatnim już krokiem jest zapisanie utworzonego pliku „włącznik.gcod”

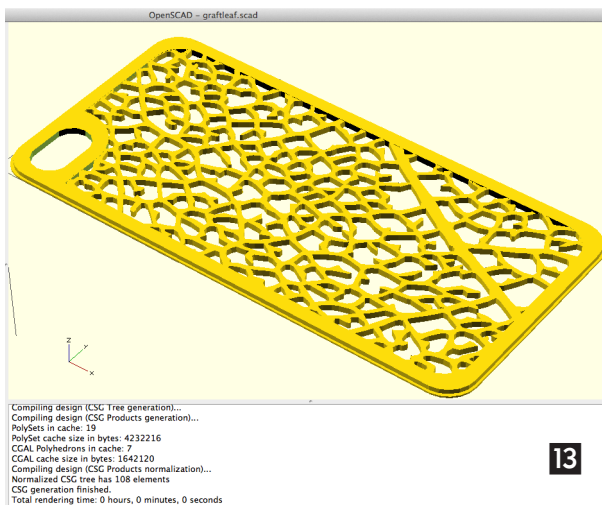
na karcie pamięci lub zasobach dyskowych komputera. Plik zapisany na karcie należy włożyć do drukarki, a następnie rozpocząć proces drukowania, wybierając po włączeniu drukarki z menu opcję *Print from SD*, wskazać plik i zatwierdzić impulsatorem. W przypadku wydruku z komputera, należy drukarkę podłączyć kablem USB, a następnie wybrać przycisk „Drukuj” na górnym menu. Otworzy się tryb „Kontroli ręcznej” drukarki, co umożliwi monitoring wydruku i ewentualną ingerencję w razie problemów.

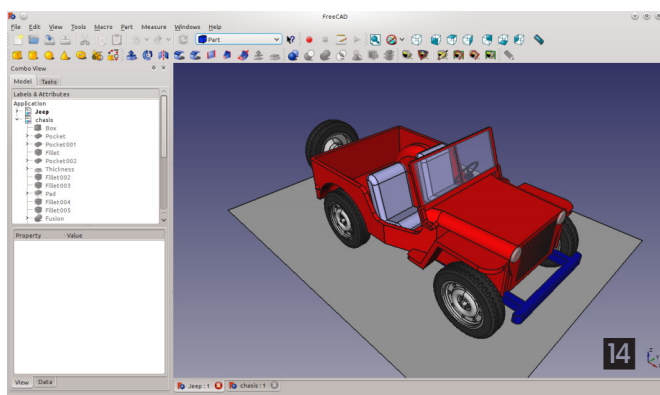
Przygotowania do projektu

Drukarka skonfigurowana, czas rozpocząć przygotowania do projektowania własnych elementów. Na rynku jest dostępnych wiele wersji oprogramowania. W ramach tego kursu skupię się na dwóch programach, oba w wersji Freeware.

Pierwszy z nich to program przeznaczony dla drukarek, łatwy w obsłudze i użyciu, dostępny na platformę Windows, Linuxy i Mac OS X. Dodatkowo pojawiła się specjalna wersja (bardzo podobna do pierwowzoru) na system

Android. Mowa oczywiście o oprogramowaniu **OpenSCAD**, które można pobrać ze strony <http://goo.gl/SfNSl5> [opis: Przykładowy screen z aplikacji OpenSCAD (13)]. Należy pobrać wersję na posiadany system operacyjny i następnie ją zainstalować. Dla urządzeń mobilnych na Android ze sklepu GooglePlay można pobrać i zainstalować aplikację ScorchCAD, która jest odpowiednikiem OpenSCADA. Pierwsze projekty rozpoczniemy już od następnego części kursu.





Drugim programem jest program graficzny **FreeCAD**. Do jego obsługi musimy mieć myszkę, a jest dostępny jedynie na platformy Windows, Mac OSX i Ubuntu. Znajduje się pod adresem: <http://goo.gl/LKpyQp> [Przykładowy screen z programu FreeCAD (14)] Jego obsługę będzie można poznać po zakończeniu kursu OpenSCAD'a.

Projekt 3D – rozbudowa drukarki Vertex K8400 o przełącznik zasilania

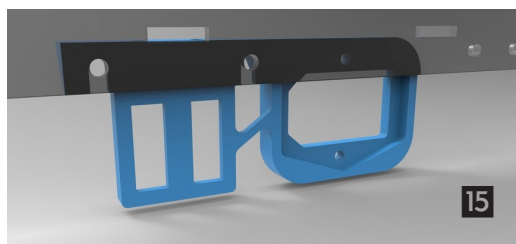
Do obecnej części kursu załączono projekt ciekawego przełącznika, rozszerzonego o dodatkowe przełączniki (np. oświetlenia). Projekt ten został pobrany ze strony: <https://goo.gl/7w3eTe>, a zaprojektował go Emil Hallengren ze Szwecji. Wymaga zakupu przełącznika z gniazdem zasilającym i bezpiecznikiem antyprzepięciowym (np. <https://goo.gl/BjFC0C>) oraz kabla zasilającego, który osobiście pozyskałem ze starego komputera. Ze strony MT można pobrać pliki źródłowe `wlacznik.stl` lub `wlacznik1.stl` (dwa projekty obsługują dwa rodzaje przełączników z gniazdem zasilającym). Pliki należy wydrukować w jakości 0,2 mm, z materiału PLA (15).

Wydrukowany element trzeba oczyścić z ewentualnych nadlewek materiału, przykręcić śrubami z płaskim, stożkowym łbem (aby nie wystawał),

a następnie w drukarce wykręcić w pobliżu zasilacza jeden z łączników i w to miejsce zamontować wydrukowany element z przełącznikami, po czym ponownie przykręcić. Na koniec trzeba podłączyć przewód zasilający pomiędzy zasilaczem a gniazdem z przełącznikiem, włożyć w gniazdo wtyczkę przewodu zasilającego i gotowe! Małe przełączniki można montować już teraz lub w miarę potrzeb. Gotowy zamontowany element można obejrzeć na poniższym obrazku (16).

Jarosław Kita

W razie dodatkowych pytań, prosimy o listy na adres: jaroslaw.kita@op.pl. Autor postara się odpowiedzieć w kolejności napływających wiadomości.



Przebieg jałowy	Często także nazywany pustym przebiegiem. Jest to ruch głowicy, podczas którego nie jest ekstrudowany filament.
Filament	Materiał na bazie ABS lub PLA – z niego wykonywane są wydruki.
Brim	Zwiększenie płaszczyzny podstawy w celu lepszego przyklejenia się obiektu do stołu.
Skirt	Obrys wydruku pojedynczą linią w celu usunięcia z głowicy plastiku oraz poprawienie ekstruzji roztopionego filamentu.
PLA	Temperatura od 185-215°C.
ABS	Temperatura od 225-245°C.
*.stl	Plik z wirtualnym obiektem, zapisany w postaci bryły, utworzonej z trójkątów. Format ten jest obsługiwany przez oprogramowanie większości drukarek 3D.
*.gcod	Plik generowany pod konkretne ustawienia konkretnej drukarki. Nie wolno go przenosić pomiędzy innymi drukarkami, nawet tego samego producenta. W pliku tym zawarte są informacje o użytym filamencie, temperaturach pracy i liczbie głowic.
Impulsator	Przełącznik kołowy z włącznikiem, w druku 3D używany do obsługi menu i zatwierdzania wybranych pozycji. W K8400 znajduje się na bocznej ścianie wyświetlacza, obok szczeliny na kartę SD.