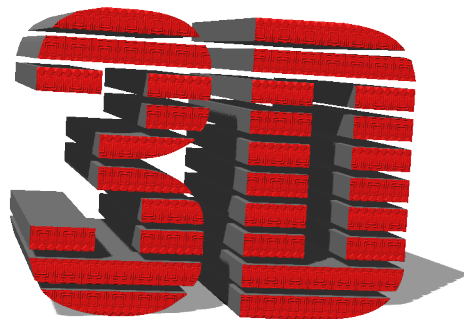


W trzecim odcinku naszego kursu wykonamy to, na co wszyscy najbardziej czekają – pierwszy, prawdziwy wydruk w technologii 3D! Omówimy także szczegółowo materiał PLA, który nam posłuży jako tworzywo, a także przedstawimy oprogramowanie dołączone przez producenta do obsługi drukarki z poziomu komputera.

PRAKTYCZNY KURS DRUKU



Lekcja 3 – pierwszy model!

Obecnie najbardziej popularnymi filamentami do druku są PLA i ABS. Praktycznie każdy początkujący drukarz 3D rozpoczyna swoją przygodę od materiału PLA. Dopiero po wielu wydrukach sięga po ABS, o innych, specjalnych filamentach nie wspominając.

O PLA słów kilka

PLA (czyli Polilaktyd – kwas mlekowy) jest polimerem należącym do grupy poliestrów alifatycznych. Wytwarza się go głównie z surowców naturalnych, najczęściej z mączki kukurydzianej, dzięki czemu podlega pełnej biodegradacji. Jest to więc materiał przyjazny środowisku. Wykorzystuje się go w miejsce z ABS, a z racji swoich niskich wymagań może

być użytkowany praktycznie we wszystkich drukarkach 3D. Gotowe wydruki można polerować, jednak jest to proces czasochłonny.

Dlaczego na początek materiał PLA? Ponieważ topi się w niższej temperaturze niż ABS, nie wymaga podgrzewanego stołu roboczego, jest trwały i wytrzymały, błyszczący, charakteryzuje się sporą przezroczystością. Ma oczywiście także wady. Głównymi z nich są łamliwość, kruchość oraz niska elastyczność. Jednak z punktu widzenia początkującego operatora drukarki najważniejszą właściwością to **niska (prawie zerowa) kurczliwość materiału podczas chłodzenia**, co pomaga uzyskać dokładność wydruku w stosunku do projektu bez żadnych dodatkowych zabiegów, także bez wspomnianego podgrzewanego

Tabela. Cechy PLA

Właściwości	Trwałość, wytrzymałość, sztywność, połysk, spora przepuszczalność światła.
Ograniczenia	Łamliwość, kruchość, mniejsza wytrzymałość mechaniczna od ABS.
Zapach podczas drukowania	Naturalny, z nutą roślinną (zależną od użytych biokomponentów), nieszkodliwy dla zdrowia.
Temperatura pracy	Pomiędzy 180 a 210°C.
Stół roboczy	PLA nie wymaga podgrzewanego stołu.
Odształcenia	Brak znaczących odkształceń podczas studzenia po wydruku, niska kurczliwość materiału.
Środowisko	PLA podlega pełnej biodegradacji.
Uciążliwość	Materiał nie wymaga wentylowanych pomieszczeń, można go używać w pomieszczeniach mieszkalnych, nie wytwarza toksycznych wyziewów podczas drukowania.
Obróbka	Niska podatność na obróbkę mechaniczną, możliwość polerowania powierzchni.
Topnienie	Rozpuszczalność w wodorotlenku sodu NaOH (soda kaustyczna).
Zagrożenia	Kontakt wodorotlenku sodu NaOH ze skórą powoduje dotkliwe oparzenia chemiczne, wymagane więc są rękawiczki i okulary ochronne.

stołu. PLA sprawdza się doskonale podczas tworzenia niedużych i niezbyt skomplikowanych wydruków, natomiast trudno jest z jego użyciem uzyskać małe detale o dużej liczbie szczegółów. Wynika to z niskiej temperatury topnienia oraz dużego przedziału temperatury pracy.

W przypadku wykorzystywanej w naszym kursie drukarki VERTEX K8400 należy używać materiału PLA o średnicy 1,75 mm. Producent oferuje całą gamę kolorów, gwarantując jednocześnie jakość wydruków. Materiały oferowane przez producenta są dostępne na stronie <http://sklep.avt.pl/category/druk-3d>. Oczywiście można również korzystać z materiałów innych producentów, jednak należy wówczas wykonać serię wydruków próbnych, w celu ustalenia odpowiednich parametrów konfiguracyjnych, umożliwiających drukowanie w zadowalającej jakości.

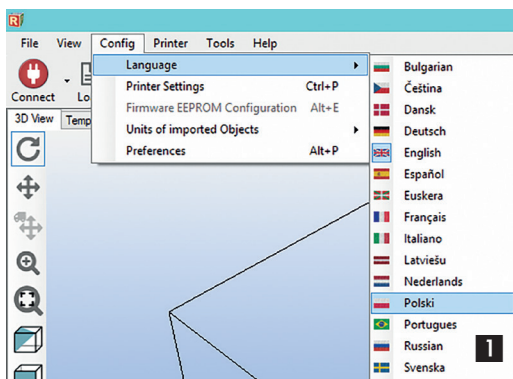
Instalacja oprogramowania

Kolejnym krokiem na drodze do pierwszego wydruku jest instalacja oprogramowania, popularnie nazywanego *slicer* (szatkownica). Pozwoli ono konwertować gotowy projekt wirtualnego elementu w formacie STL na format zrozumiały przez drukarkę. Otrzymany plik GCODE wymaga dodatkowego programu, zwanego *repetier host*, który zarządza drukarką i procesem wydruku oraz przesyła instrukcje dotyczące pozycji głowicy oraz ilości podawanego filamentu.

W przypadku drukarki K8400 producent przygotował specjalne oprogramowanie, które łączy w sobie *slicera* i *repetier hosta* w jednym. Nazywa się VERTEX 3D PRINTER Repetier Host. Aplikację najlepiej pobrać ze strony: <http://www.vertex3dprinter.eu/support/downloads>, wypakować, a następnie zainstalować na komputerze. Jeśli instalacja odbywa się na innym komputerze niż ten, do którego był wcześniej wgrany *firmware* do drukarki, należy dodatkowo zainstalować driver do interfejsu USB (FTDI), który umożliwi komunikację pomiędzy drukarką a komputerem. Driver jest dostępny na stronie: <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm> – pobieramy wówczas odpowiednią wersję, zgodną z systemem operacyjnym komputera, wypakujemy i instalujemy na komputerze (na koniec warto wykonać restart).

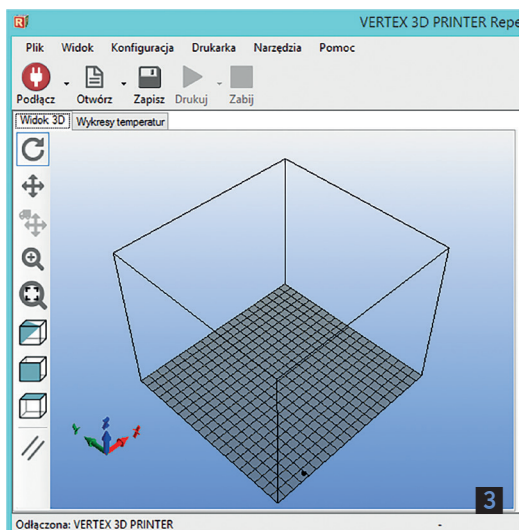
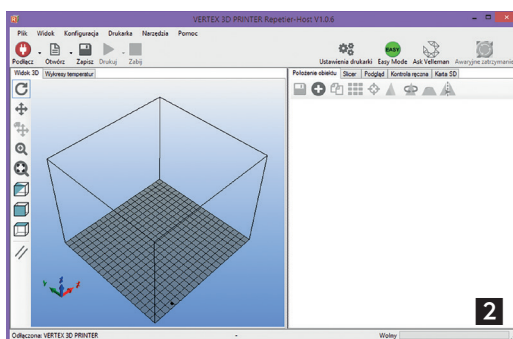
Po restarcie należy podłączyć drukarkę kablem USB do komputera. System operacyjny powinien wykryć urządzenie oraz przydzielić mu port COM (dodatkowe szczegóły były omawiane w poprzednim odcinku kursu).

Gdy znany jest już port, na którym nastąpiło podłączenie drukarki, można uruchomić program VERTEX 3D PRINTER. Pierwsze uruchomienie najczęściej następuje w języku angielskim, ale na szczęście można zmienić wersję językową na polski – wystarczy kliknąć w menu górnym na „Config”, następnie „Language” oraz wybrać z listy „Polski” (1).












Język przestawi się automatycznie, jednak niektóre opisy zmieniają się dopiero podczas ponownego otwierania aplikacji, dlatego zaleca się jej zamknięcie i ponowne otwarcie.

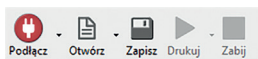
Aplikacja składa się z dwóch głównych paneli, dzieląc ekran w pionie na dwie części (2). Okno lewe to wirtualizacja przestrzeni roboczej wraz z powierzchnią stołu (3). Można w nim wyróżnić panel boczny graficzny (lewy), panel górny graficzny oraz, tuż nad nim, menu kontekstowe.



Panel boczny graficzny

Panel ten składa się z kilku ikonek, z których każda oznacza inną funkcję:

	Obracanie polem stołu roboczego wzdłuż osi XYZ.
	Przesuwanie całego pola roboczego w płaszczyźnie aktualnego widoku.
	Przesuwanie poszczególnych elementów wydruku w płaszczyźnie XY.
	Powiększanie całego obszaru roboczego.
	Powiększanie drukowanego elementu do maksymalnego rozmiaru ekranu.
	Widok z narożnika (izometryczny).
	Widok z przodu (bezpośredni).
	Widok z góry.
	Widok równoległy, podobny do izometrycznego.



Panel górny graficzny

Pierwsza ikona oznacza **nawiązywanie połączenia z drukarką**. Po połączeniu kolor ikony zmienia się na zielony.

Druga to **wczytanie plików**, z których można drukować. Należy pamiętać, że pliki gcode są generowane pod konkretną drukarkę 3D oraz specyficzną konfigurację. Trafiają one na wirtualny stół roboczy, w celu ustalenia położenia w trakcie drukowania.

Ikona dyskietki symbolizuje **zapisywanie plików w formacie gcode**, sprofilowanym pod konkretną drukarkę. Plik można zapisać w dowolnej lokalizacji.

Ikona strzałki z opisem „Drukuj” służy do uruchamiania **procesu drukowania**. Staje się aktywna, gdy ikona podłączenia zyskuje kolor zielony.

Ikona kwadratu z opisem „Zabiż” to **przerywanie drukowania**. Staje się aktywna dopiero po rozpoczęciu drukowania.

Menu kontekstowe

Powyżej ikon znajduje się menu kontekstowe, które ma sześć zakładek:

Plik Widok Konfiguracja Drukarka Narzędzia Pomoc

W zakładce „**Plik**” znajdziemy kilka pozycji oraz historię ostatnio używanych projektów:

- „Otwórz” – pozwala otworzyć projekt i umieścić go w obrębie obszaru roboczego wirtualnego pulpitu drukarki.
- „Zapisz zrzut ekranu” – pozwala na wykonanie zrzutu ekranu w pliku graficznym bieżącego usytuowania elementów do druku w obszarze roboczym drukarki.
- „Pokaż katalog roboczy” – otwiera katalog roboczy, w którym domyślnie są zapisywane konfiguracje, pliki robocze i projekty w trakcie pracy.

Zakładka „**Widok**” zawiera cały szereg komend obrazujących ułożenie elementów do druku w obrębie obszaru roboczego drukarki. Dodatkowo ma trzy ważne opcje:

- „Pokaż krawędzie” – pozwala na włączanie i wyłączanie wyświetlania krawędzi każdego wczytanego elementu w obszarze roboczym drukarki.
- „Pokaż płaszczyzny” – pozwala na włączanie i wyłączanie wyświetlania płaszczyzn bocznych każdego wczytanego elementu w obszarze roboczym drukarki. W celu przyspieszenia pracy całej aplikacji można tę funkcję wyłączyć, pod warunkiem jednak aktywnej opcji wyświetlania krawędzi.

- „Pokaż kompas osi” – obrazuje układ współrzędnych, w celu łatwej lokalizacji elementów w obszarze roboczym względem osi XYZ.

Zakładka „**Konfiguracja**” zawiera narzędzia konfiguracyjne odnoszące się do aplikacji, ale także samej drukarki:

- „Język” – pozwala na wybranie wersji językowej aplikacji. Po ewentualnej zmianie wersji zaleca się zamknąć i ponownie otworzyć aplikację.
- „Ustawienia drukarki” – odpowiadają za konfigurację drukarki, ale także za parametry związane z komunikacją między drukarką a komputerem. Po uruchomieniu na tym etapie zaleca się jedynie ustawić port, na którym została zainstalowana drukarka w systemie, np. COM3. Pozostałe opcje zostaną przedstawione później, w trakcie tuningu drukarki.
- „Konfiguracja EEPROM Firmware” – pozwala na zmiany konfiguracyjne w obrębie oprogramowania wewnętrznego samej drukarki. Opcja ta zostanie opisana szczegółowo w kolejnych częściach kursu, dotyczących tuningu drukarki.
- „Jednostki importowanych obiektów” – domyślnie używane są jednostki mm i nie zaleca się dokonywania zmian. Mogą być potrzebne jedynie w przypadku używania projektów zapisanych w innych jednostkach – zmiany mają wpływ na wielkość wydruku i obszaru roboczego drukarki, który może być przedstawiany jako większy niż rzeczywisty. W skrajnych przypadkach wymaga to nawet ponownej kalibracji drukarki.
- „Preferencje” – w tym miejscu można zmieniać parametry konfiguracyjne aplikacji, jednak na tym etapie zaleca się tylko ustawienie katalogu roboczego lub pozostawienie domyślnej ścieżki. Pozostałe funkcje zostaną omówione w trakcie tuningu, w kolejnych odcinkach kursu.

Zakładka „**Drukarka**” pozwala na uzyskanie informacji o stanie drukarki oraz procesów przez nią realizowanych. Funkcje te są dostępne tylko w trybie aktywnego połączenia z drukarką (ikona połączenia ma kolor zielony).

- „Informacje o drukarce” – tu otwierane jest dodatkowe okno z informacjami o drukarce, jej bieżącym statusie, wersji wewnętrznego oprogramowania, liczbie głowic oraz statusie połączenia z komputerem.
- „Stan zadania” – otwiera dodatkowe okno z informacjami na temat bieżącego zadania

do drukowania, czasu rozpoczęcia i przybliżonego czasu zakończenia procesu drukowania, liczby linii pliku gcode oraz numeru aktualnie wysyłanej linii.

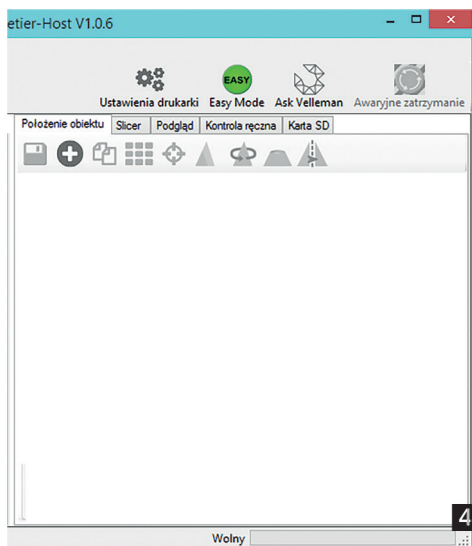
- „Manager karty SD” – obrazuje i pozwala zarządzać zawartością karty SD, włożonej do czytnika drukarki.

Zakładka „Narzędzia” zawiera kalkulatory i narzędzia niezbędne podczas zaawansowanej kalibracji drukarki lub tuningu. Narzędzia te zostaną szczegółowo opisane w kolejnych częściach kursu.

Zakładka „Pomoc” to szereg linków do przydatnych programów, instrukcji oraz strony domowej używanej aplikacji.

Prawe okno programu

Okno prawe to panel roboczy, w którym realizuje się wszystkie czynności związane z przygotowaniem projektu do wydruku na konkretnym modelu drukarki, którym w tym przypadku jest oczywiście VERTEX K8400 (4).



Na samej górze znajduje się menu graficzne, złożone z czterech ikon, które umożliwiają:

	otwarcie okna konfiguracyjnego „Ustawienia drukarki”, szczegółowo omówionego w kolejnych odcinkach kursu;
	włączenie trybu wyświetlania, który umożliwia włączanie dodatkowych logów oraz prezentację ruchów głowicy;
	otwarcie strony domowej drukarki VERTEX K8400;
	awaryjne zatrzymanie całego procesu wydruku – po wciśnięciu tej ikonki drukarka przerywa proces drukowania, a głowica zatrzymuje się na ostatniej pozycji otrzymanej z pliku gcode.

Poniżej umiejscowiono panel roboczy składający się z pięciu sekcji niezbędnych do realizacji procesu drukowania:

- „**Położenie obiektu**” ma cały szereg narzędzi niezbędnych do zarządzania przestrzenią pola roboczego drukarki, które bliżej zostaną omówione podczas pierwszego wydruku.
- „**Slicer**” jest obszarem, w ramach którego ustala się parametry wydruku i przygotowuje plik typu gcode, dla konkretnej drukarki.
- „**Podgląd**” – tutaj można zobaczyć przygotowany wydruk, zapoznać się z przybliżonym czasem wydruku, a zaawansowani użytkownicy mają także dostęp do edytora gcode.
- „**Kontrola ręczna**” pozwala na manualne korekty w trakcie procesu drukowania (jeżeli wydruk odbywa się z poziomu komputera) – począwszy od temperatury i pracy wentylatorów, na szybkości kończąc.
- „**Karta SD**” to miejsce, w którym można zarządzać zawartością karty SD, włożonej do czytnika drukarki. Z tego poziomu można także zlecić wydruk z karty, a następnie odłączyć komputer, po czym drukarka dokończy wydruk z karty samodzielnie.

Pierwszy wydruk

Po omówieniu interfejsu aplikacji czas najwyższy przejść do pierwszego wydruku. Zgodnie z obietnicami będzie on realizowany na przykładzie świeczki LED. Autorem tej świeczki jest Urs Gaudenz ze Szwajcarii (link do jego profilu i projektów: <http://www.thingiverse.com/gaudi/about>). Opracował ją jako wycinaną laserem z pleksiglasu. Postanowiłem na jego przykładzie zrobić świeczkę drukowaną na drukarce. Zalecany materiał to PLA koloru bezbarwnego lub białego. Inne kolory także wyglądają ciekawie, szczególnie gdy zostanie użyty LED w tym samym kolorze.

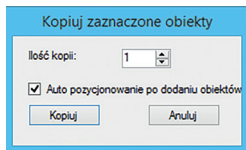
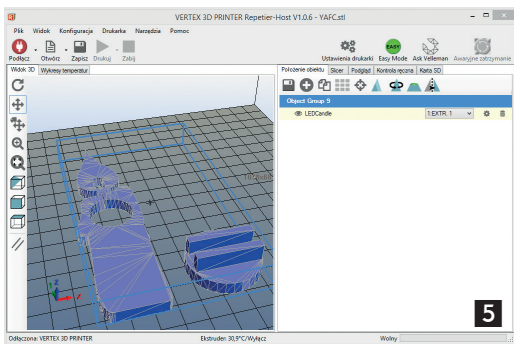
Do wykonania takiej świeczki będą potrzebne: dioda LED 5 mm o dowolnym kolorze, bateria typu CR2032 (3 V) i oczywiście drukarka 3D.

Projekt w formacie STL (LEDCandle.stl) znajduje się w materiałach dodatkowych do artykułu, umieszczonych na portalu MT. Proszę go pobrać i wykorzystać w dalszej części kursu.

Najpierw uruchamiamy program VERTEX 3D PRINTER Repetier Host, a następnie przechodzimy do pierwszej sekcji. Po prawej stronie naciskamy ikonę z plusem ⊕, która otworzy okno pozwalające wybrać projekt. Należy wskazać plik LEDCandle.stl i zatwierdzić – powinien on poprawnie się wczytać i wyglądać jak na **ilustracji 5**. Zauważmy, że wszystkie ikony, do tego momentu „wyszarzone”, stały się aktywne – przy ich pomocy można parametryzować obiekt wydruku.

Pierwsza z nich służy do **zapisywania kopii obiektu** po parametryzacji w formacie stl.

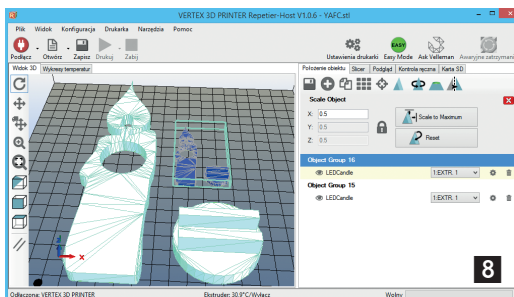
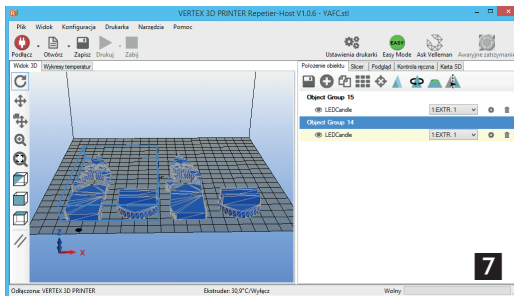
Kolejna ikona, z dwoma arkuszami, służy do **powielania obiektów na stole roboczym**.



Po zaznaczeniu obiektu i kliknięciu na nią pojawi się okienko (6), które pozwala ustalić liczbę kopii obiektu oraz sposób układania na stole roboczym – po zatwierdzeniu następuje powielenie obiektów, co można zaobserwować na **ilustracji 7**.

Kolejne dwie ikony służą do **automatycznego pozycjonowania obiektów na stole**. Pierwsza, złożona z małych kwadratów, umożliwia optymalne układanie obiektów obok siebie. Druga, z imitacją celownika, służy do centrowania wszystkich elementów na środku stołu.

Kolejna ikona, składająca się z dwóch nałożonych na siebie trójkątów (ciemny mniejszy i jasny większy), służy do **zmiany wielkości obiektu** – skalować można zarówno w górę, jak i w dół. Po zaznaczeniu



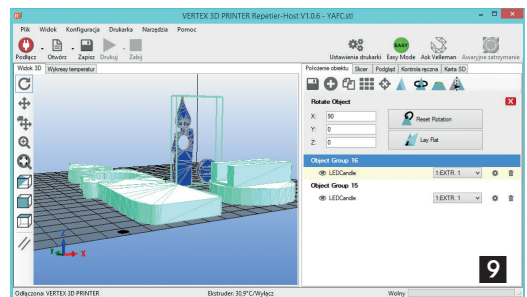
obiektu i kliknięciu w ikonę otwiera się okno z dodatkowymi parametrami (8). Aby uzyskać efekt ze zdjęcia, należy w tym oknie ustalić wielkość obiektów, w tym przypadku świeczki LED. Dla pierwszego obiektu trzeba wybrać 0,5, dla drugiego 1,5. Zmiana w jednym polu powoduje skalowanie dla wszystkich wymiarów w osi XYZ. Jeśli pojawi się potrzeba zmian tylko w wybranej osi, należy kliknąć na kłódkę po prawej stronie i ustawić poziom skalowania dla każdej osi oddzielnie.

Kolejna ikona, w kształcie trójkąta ze strzałką naokoło, służy do **obracania obiektów na stole roboczym** względem dowolnej osi. Jest to bardzo przydatna funkcja, ponieważ pozwala wybrać najbardziej optymalne położenie elementu pod kątem wydruku. Należy pamiętać o dwóch zasadach – wybieramy położenie tak, aby jak najmniej fragmentów wydruku było realizowanych w powietrzu (wymaga to podpór lub może spowodować uszkodzenie wydruku) oraz aby największa płaszczyzna była podstawą (wydruk w poziomie jest szybszy niż w pionie i niesie mniejsze ryzyko deformacji). Po kliknięciu w ikonę otworzy się dodatkowe okno (9), w czym wskazujemy mniejszy obiekt i próbujemy go obrócić o 90 stopni w osi X. Można spróbować obracać także w innych osiach, pamiętając jednak, że wydruk powinien spoczywać płaskim i największym bokiem jako podstawa.

Następna ikona, w kształcie ściętego stożka, służy do **wycinania obiektów**. Po jej kliknięciu pojawiają się suwaki, które umożliwiają cięcie we wszystkich płaszczyznach – wystarczy nimi przesunąć.

Ostatnia ikona służy do **wykonywania lustrzanego odbicia obiektu**. Jest niezbędna w przypadku wystąpienia błędów w trakcie projektowania.

Wracając do naszego wydruku, proponuję usunąć oba obiekty. W tym celu należy kliknąć na obrazek kosza znajdujący się na końcu opisu obiektu w prawym panelu, tuż za obrazkiem trybiku. Po usunięciu należy ponownie przyciskiem + dodać LEDCandle.stl, ustawić na środku, a następnie przejść do drugiej sekcji prawego menu „Slicer”. Otworzy się sekcja jak na zdjęciu (10). Dla pierwszego wydruku nic nie należy tu zmieniać, warto jedynie się upewnić, czy na dole sekcji, w polu „Extruder 1:”, znajduje się pozycja PLA-1,75MM. Jeśli będzie inna, należy tę właśnie wartość wybrać.



Oznacza to, że wszystko jest już gotowe do pierwszego wydruku na nowo złożonej drukarce!

Startujemy!

W celu wykonania wydruku drukarka musi mieć załadowany filament PLA do prawej głowicy (w poprzednim odcinku kursu znajdziecie informację, jak to należy zrobić), musi też być podłączona do prądu oraz przewodem USB do portu komputera. W uruchomionej aplikacji Repetier Host naciskamy przycisk połączenia z drukarką (lewy górny róg, z imitacją wtyczki). Po poprawnym połączeniu kolor zmieni się na zielony. W kolejnym kroku należy nacisnąć „Drukuj” (strzałka po prawej stronie przycisku „Podłącz”), co spowoduje przełączenie prawego panelu do sekcji „Kontrola ręczna”. W tym momencie powinno **ruszyć drukowanie**.

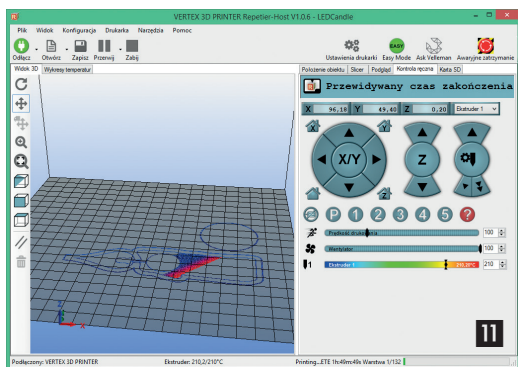
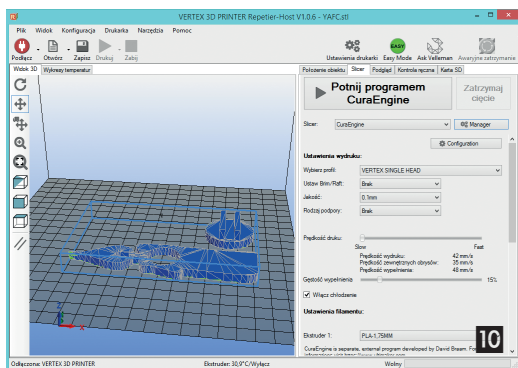
Cały proces rozpoczyna się od ustawienia osi XYZ w pozycji „Home” (startowej – prawy, tylny, górny róg) oraz nagrzania głowicy do temperatury 210°C, co można obserwować na pasku stanu temperatury w dolnej części sekcji (pasek w kolorach od niebieskiego po czerwony) (11). Gdy czerwona dioda, umiejscowiona tuż obok głowicy, zacznie migać, a znacznik na pasku temperatury dojdzie do 210, znaczy to, że **za kilka sekund ruszy właściwy wydruk, ponieważ głowica osiągnęła wymaganą temperaturę**. Jeżeli wszystko jest w porządku (a jest w 99% przypadków), głowica pojedzie na środek obszaru roboczego, a następnie rozpocznie **drukowanie ramki** otaczającej wytwarzany element.

Pewnie zaraz ktoś zapyta, po co ta ramka, po co zbędne zużycie materiału? Odpowiedź jest prosta. Dzięki niej możemy pozbyć się z głowicy starego plastiku, który powoduje niekiedy skaży wydruku. Podczas pierwszego wydruku ramka na pewno będzie zawierała skaży, wynikające z pierwszego użycia głowicy i zanieczyszczeń produkcyjnych, jakie się w niej znajdowały. Obserwując okno robocze wydruku, można dostrzec pojawiające się zarysy drukowanego elementu – widzimy dokładne odwzorowanie tego,

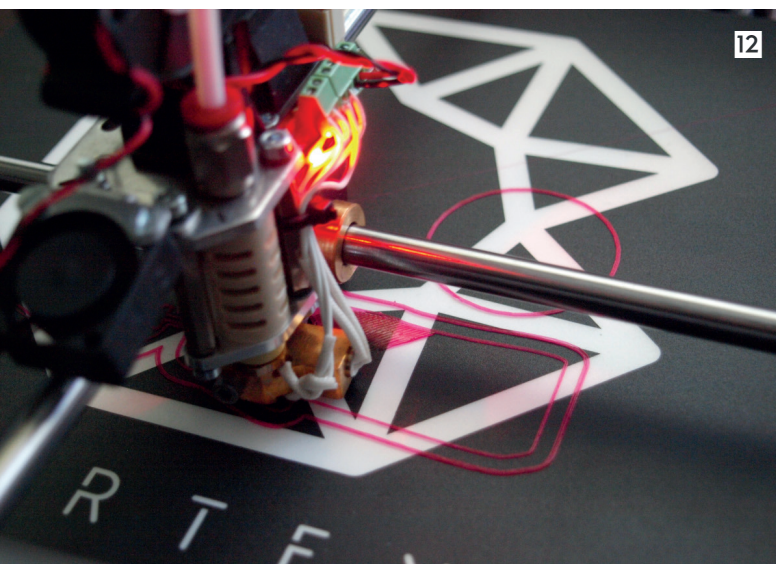
co dzieje się w drukarce. Ścieżka po ścieżce, warstwa po warstwie powstaje nasz model (12).

Przy dokładności 0,1 mm wydruk świeczki może zająć nawet 90 minut. W następnym odcinku kursu będzie można się dowiedzieć, jak przyspieszyć tempo pracy, jak parametryzować wydruk oraz na co należy zwracać uwagę, aby uzyskać jak najlepszą jakość.

Gdy wydruk się skończy, należy chwilę odczekać, aby model się ochłodził, a następnie delikatnie oderwać go od podkładki – można do tego użyć szpachelki o zaokrąglonych rogach.



Aby obiekty zostały przygotowane do wydruku, a co za tym idzie – jednocześnie został wygenerowany plik gcode, należy kliknąć na samej górze sekcji w przycisk „Potnij programem CuraEngine”. Po jego naciśnięciu sekcja przełączy się w tryb generowania gcode z paskiem postępu, a gdy skończy, przejdzie automatycznie do następnej sekcji – „Podgląd”. Tu można będzie dowiedzieć się, ile otrzymamy warstw i jaki będzie przybliżony czas całego wydruku. W tym momencie można zapisać plik gcode na dysku lub karcie pamięci (znajdującej się w czytniku komputera), naciskając ikonę „Zapisz”, w górnym prawym rogu lewego panelu.



Słowniczek

Rzut izometryczny	Odwzorowanie przestrzeni trójwymiarowej na płaszczyznę, będące jednym z rodzajów rzutu równoległego. Charakteryzuje się tym, że kąt pomiędzy wszystkimi rzutowanymi osiami jest ten sam, co sprawia, że skrócenie perspektywiczne każdej z osi jest takie samo.
Rzut równoległy	Odwzorowanie przestrzeni trójwymiarowej na płaszczyznę w ten sposób, że każdemu punktowi przestrzeni przypisany jest punkt przecięcia się prostej, równoległej do kierunku rzutowania, przechodzącej przez dany punkt, z płaszczyzną.
STL	Forma tekstowa instrukcji wykonywanych w pętli, określających siatkę wielokątów, z których jest zbudowany dany obiekt przestrzenny. Format ten jest uniwersalny dla wszystkich drukarek 3D.
GCODE	G-code to język zapisu poleceń dla urządzeń do drukarek 3D (FDM). Jest generowany programem typu slicer, na podstawie modelu STL i konfiguracji konkretnej drukarki. Nie można go przenosić pomiędzy różnymi drukarkami, nawet tego samego modelu. G-code składa się z prostych poleceń, niezbędnych do wydruku danego modelu, np. „przesuń głowicę, wyciskając filament do punktu $x = 30$ $y = 50$ ”.
Osie XYZ	Układ współrzędnych przestrzennych dla obiektów trójwymiarowych, określający ich szerokość, głębokość i wysokość. W przypadku drukarki K8400 oś X to ruchy głowicy w prawo lub lewo, Y to ruchy głowicy do przodu i do tyłu, natomiast Z to podnoszenie i opuszczanie stołu roboczego.



13

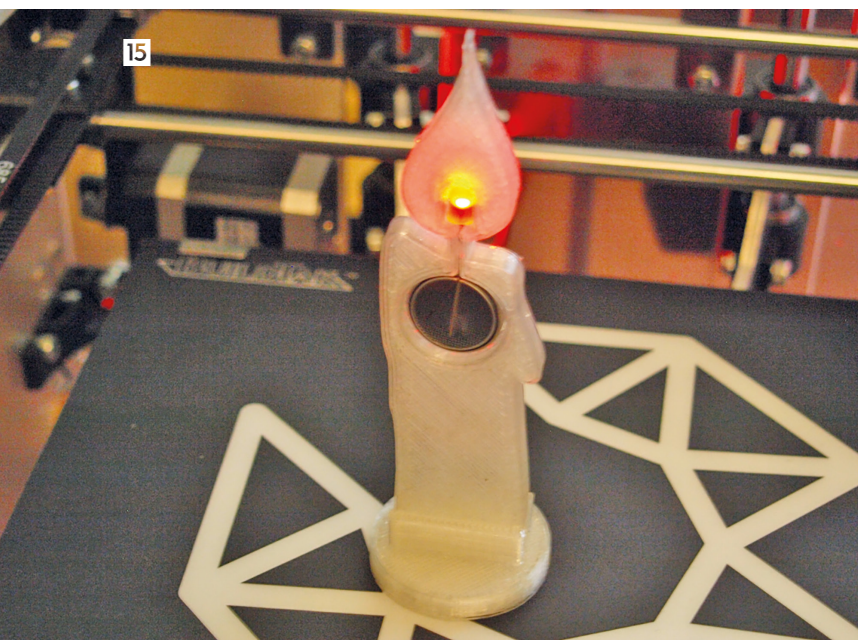


14

Montaż świecy jest bardzo prosty (13). Wystarczy wcisnąć korpus świecy w podstawę, następnie w mniejszy otwór włożyć diodę LED, a w większy, pomiędzy nóżki diody, baterię CR2032 (14). W celu wyłączenia świecenia można pomiędzy jedną z nóżek a baterie wsunąć kawałek folii lub papieru. Należy pamiętać, że krótsza nóżka diody LED to (-), natomiast bateria minus ma na części wybrzuszonej. Podłączenie minusa diody z minusem baterii, a plusa z plusem powoduje jej świecenie (15). ■

Jarosław Kita

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



15

Do każdej zakupionej przez szkołę drukarki 3D VERTEX K8400 producent – Velleman – dokładnie 1 kg szpulę filamentu PLA gratis.

Akcja promocyjna trwa do 30.11.2015r.