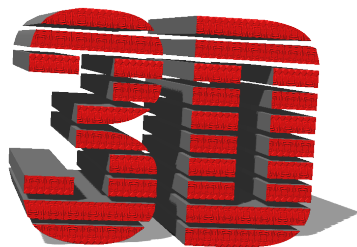


Choć drukarka VERTEX K8400 jest przystosowana do pracy z dwiema głowicami, na początku kursu nauczyliśmy się, jak ją stworzyć w wersji podstawowej, z jedną głowicą. Nadszedł więc czas na rozbudowę urządzenia. W tym celu należy zaopatrzyć się w pakiet głowicy z ekstruderem do naszego modelu drukarki. A potem? Opiszemy całą procedurę krok po kroku.

# PRAKTYCZNY KURS DRUKU



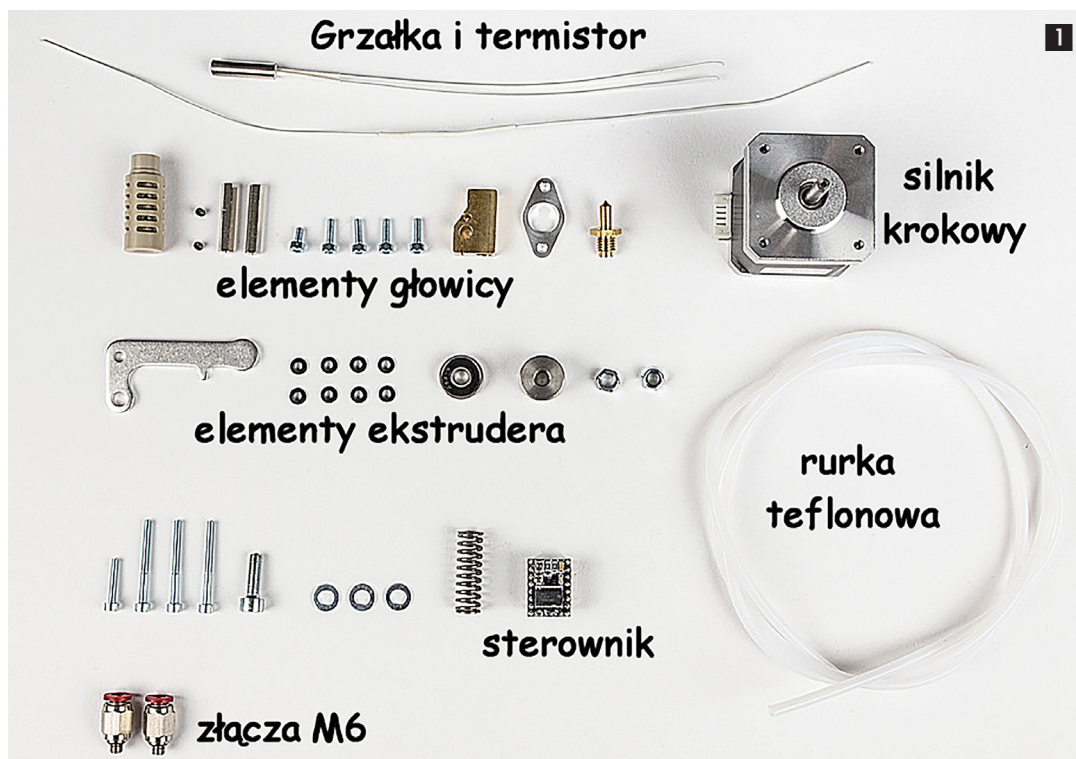
## Lekcja 8

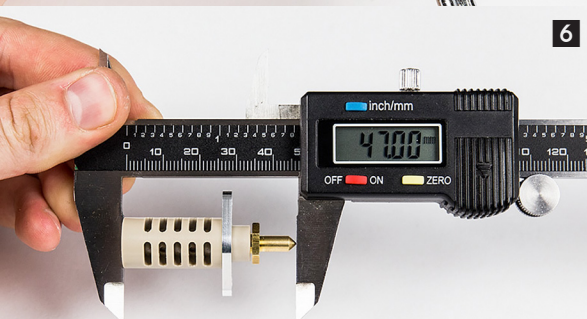
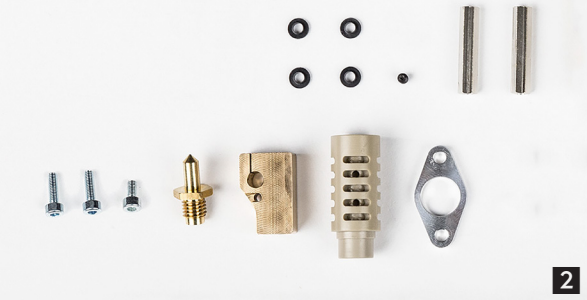
### Rozbudowujemy drukarkę

Pakiet, który jest nam potrzebny, ma kod handlowy K8402 i znajduje się na stronie: <http://goo.gl/ZLi2bU.html>. Po otwarciu paczki można dostrzec elementy głowicy, ekstrudera oraz silnik krokowy – cała zawartość powinna być identyczna z przedstawioną na ilustracji 1.

#### Montaż głowicy

Pracę należy rozpocząć od zmontowania głowicy, która znajduje się na wózku jezdnym, w przewidzianym przez producenta miejscu. Na początek trzeba wybrać niezbędne elementy, zgodnie z ilustracją 2. Następnie z dostarczonej w pakiecie rurki teflonowej odcinamy





kawałek o długości 70 cm i odkładamy – będzie to rurka łącząca głowicę z ekstruderem. Z pozostałej rurki odcinamy odcinek o długości 23 mm, będący wkładem głowicy. Musimy zrobić to bardzo dokładnie. Do pomiaru należy użyć suwmiarki (3). Podczas cięcia nóż musi być ustawiony prostopadłe do rurki, a samo cięcie powinno być idealnie prostopadłe (ukośne powoduje, że w rurce pojawia się luz).

Dlaczego to takie ważne? Nawet minimalne luzy po zmontowaniu powodują, że roztopiony plastik dostaje się w nie, a tam pod wpływem wysokiej temperatury z czasem się wypala. Gdy taki wypalony fragment wypadnie, potrafi zapchać dyszę (jej średnica wynosi zaledwie 0,35 mm), a ponowne jej udrożnienie wymaga sporo wysiłku. Z kolei luzy w górnej części głowicy mogą doprowadzić do zaklinowania się filamentu podczas jego ekstruzji (cofania), np. podczas wymiany na inny lub przełączania się głowicy drukującej.

Długość odciętego kawałka ma niewielką tolerancję wymiaru, może być dłuższa lub krótsza zaledwie o 0,25 mm. Jeżeli się okaże, że rurka jest minimalnie dłuższa, można ją zeszlifować pilniczkim (może być nawet taki do paznokci) lub papierem ściernym o drobnym ziarnie (np. 120, 200). Ważne, aby podczas szlifowania rurka była ustawiona prostopadłe do pilnika lub papieru (położonego na płaskiej powierzchni). Po szlifowaniu należy dokładnie oczyścić całą rurkę, bo jeżeli pozostaną w niej opiłki, mogą później podczas użytkowania zapchać dyszę.

Zakładając, że rurka jest ucięta dokładnie, należy ją włożyć do głównego izolatora cieplnego głowicy, na który nakładamy metalowy uchwyt, dokładnie jak na ilustracji 4. Trzymając izolator ręką, trzeba wkręcić w niego dyszę, dbając, aby teflonowa rurka trafiła centralnie w otwór i nie uległa deformacji podczas przykręcania. Warto użyć klucza nr 10 (5) i dokręcać do uzyskania oporu – w tym momencie dobrze jest zmierzyć długość głowicy od początku izolatora do czubka dyszy (uwzględniając na dyszę, gdyż jej końcówka jest delikatna) (6). Wymiar powinien wynosić dokładnie 47 mm. Jeśli będzie więcej, należy delikatnie dokręcać dyszę, aż uzyska się pożądaną wartość. To ważne, bo odpowiedni wymiar gwarantuje brak luzów wewnątrz głowicy i ułatwia późniejszą kalibrację drukarki, po zamontowaniu w niej drugiej głowicy.

Kolejnym krokiem jest montaż małych, czarnych pierścieni, które należy włożyć po obu stronach w otwory, w metalowym uchwycie (7). Następnie przez otwory należy przełożyć śruby M3x10 mm, a od drugiej strony nakręcić na nie żółte, metalowe tuleje dystansowe. Ich sześciokątny kształt ułatwia montaż – przytrzymujemy je kluczem i całość mocno skręcamy (8).

Nadszedł czas na blok grzejny, do którego trzeba włożyć grzałkę, ustawić zgodnie z ilustracją 9, a następnie umocować, wkręcając małą śrubę bez łba. Należy zrobić to z wycuciem, aby nie uszkodzić grzałki – wkręcać do momentu, gdy przestanie się poruszać w otworze bloku. Kiedy będzie już zamocowana, trzeba zainstalować czujnik temperatury, czyli biały przewód z kawałkiem izolacji pośrodku. Na środku tej izolacji powinno znajdować się wyczuwalne wyraźne zgrubienie. To jest właśnie termistor. Musimy go umieścić centralnie, w otworze bloku grzejnego, zgodnie z ilustracją 10. Złe umieszczenie termistora może powodować przegrzewanie się głowicy, uniemożliwiające poprawne drukowanie, a w skrajnym przypadku prowadzące nawet do jej uszkodzenia. Dlatego ważne, aby termistor znalazł się w otworze, co warto sprawdzić po delikatnym skręceniu kabla (takie skręcenie utrzymuje czujnik w tym samym miejscu).

Pozostało jeszcze połączyć blok grzejny z resztą głowicy. Trzeba przełożyć blok przez dyszę, tak, jak widać to na ilustracji 11, a następnie w otwór przy duszy wkręcić śrubę M3x6 mm. Dokręcenie tej śruby mocuje blok, ale należy to robić z wycuciem, aby nie uszkodzić głowicy.

## Instalacja głowicy w drukarce

Gotową głowicę montujemy w drukarce. Zanim to nastąpi, przygotowujemy niezbędne elementy, pokazane na ilustracji 12: złącze M6 (umożliwia montaż w głowicy rurki teflonowej), dwie śruby M3x10 mm oraz trzy pierścienie izolujące.

W pierwszym kroku należy wykręcić jedną śrubę mocującą wentylator schładzający wydruk (13). Powstały otwór uzupełniamy izolacyjnymi pierścieniami, tak aby izolacja znajdowała się po obu stronach otworu. Następnie przez pierścienie od góry przykładamy śruby M3x10 mm, do których od dołu przykładamy wcześniej zmontowaną głowicę i lekko ją przykręcamy (14). Należy upewnić się, że nowa głowica została zamontowana symetrycznie względem pierwszej, a podczas całkowitego jej przykręcania trzeba sprawić, aby dysze obu głowic były w jednym poziomie (15). Jest to niezbędne do poprawnej pracy drukarki podczas wydruków. Przesunięcie końców głowic pomiędzy sobą spowoduje zaczepianie jedną z nich o wydruk i uszkodzenie go. Ten poziom można regulować podczas przykręcania drugiej głowicy. Należy to cały czas kontrolować. Gdyby zdarzyła się sytuacja, że śruby są dokręcone, a dysza drugiej jest usytuowana niżej względem pierwszej, można pod łby śruby podłożyć cienkie podkładki metalowe i ponownie przykręcić.



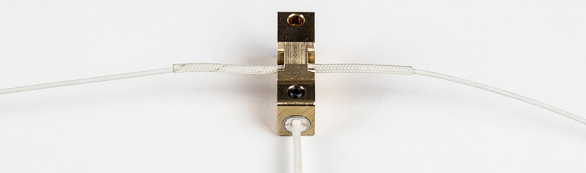
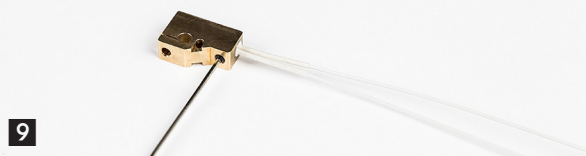
7



8



9



10

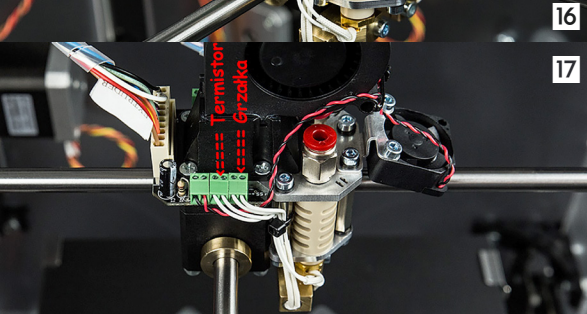
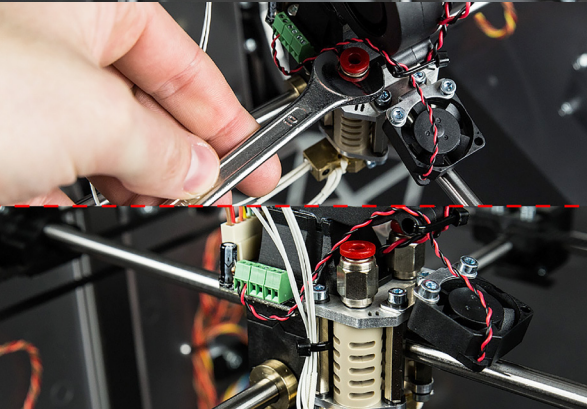
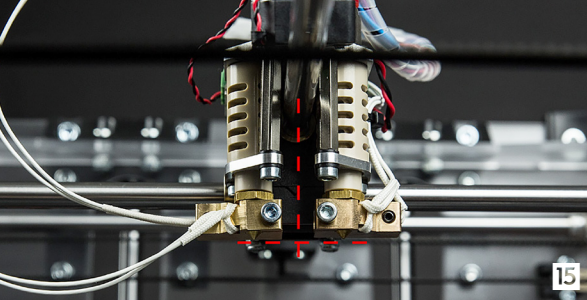
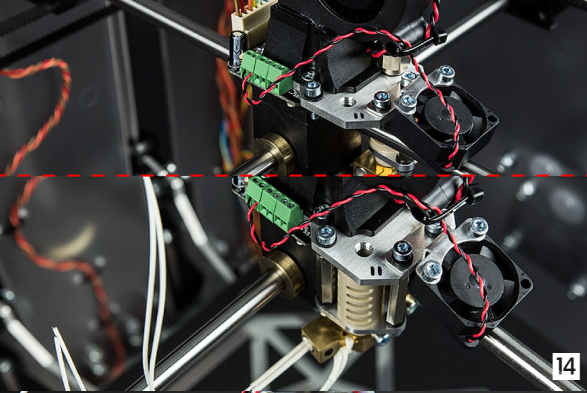
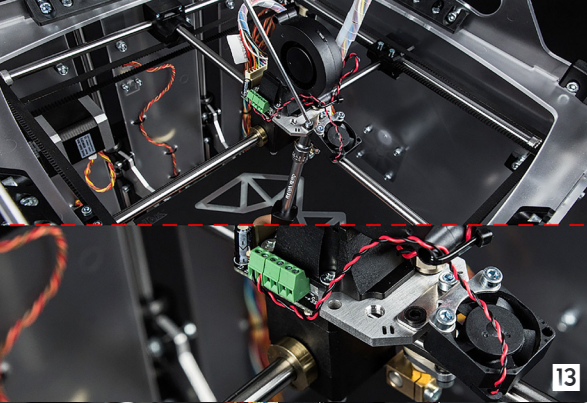


11



12





Gdy głowica zostanie poprawnie zamontowana, można wkręcić łącznik rurki teflonowej (16), uważając, aby nie robić tego zbyt mocno (z użyciem zbyt dużej siły) – łącznik jest delikatny i zdarza się jego zerwanie. Gdy to nastąpi, mamy kłopot z wykręceniem urwanego kawałka – można to zrobić małym wkrętakiem krzyżakowym. Gdy złączka jest na miejscu, warto przymocować za pomocą opaski przewody termistora i grzałki do tulei, a następnie podłączyć je do zielonej kostki, zgodnie z ilustracją 17.

## Montaż ekstrudera

W drukarce VERTEX K8400 zostały użyte ekstrudery typu Bowden. Charakteryzują się oddaleniem silnika z podajnikiem od głowicy drukującej, połączonej z nią elastyczną rurką, będącą nośnikiem filamentu. Nasza zmontowana wcześniej drukarka na etapie budowy uwzględniała drugą głowicę, co można dostrzec po nadmiarowym okablowaniu, które teraz zostanie użyte do obsługi piątego silnika. Na początek należy przygotować pozostałe elementy, zgodnie z ilustracją 18, następnie wybrać te do budowy docisku filamentu, po czym ułożyć je i zmontować – tak, jak to widzimy na ilustracji 19, pamiętając o kolejności i odpowiedniej ich orientacji.

Kolejnym krokiem jest montaż na osi silnika radełka (walec z naciętym ząbkami) (20). Odległość od czoła radełka do płyty silnika musi wynieść dokładnie 19,5 mm. Należy ją zmierzyć suwmiarką, bo gdy okaże się zbyt mała lub zbyt duża, prowadzony w rurce filament będzie miał tendencję do skręcania się wzdłuż swojej osi. Takie skręcanie w efekcie prowadzi do zacinania się wydruku (braki widoczne na bocznej ścianie wydruku, a nawet osłabienie wydruku). Po dokładnym ustawieniu radełka, trzeba je przykręcić do silnika śrubą bez ła, tak aby radełko nie przesuwało się w trakcie pracy.

Następnie radełko od środka przekładamy przez lewy panel boczny (21) (złącze elektryczne silnika powinno być skierowane ku dołowi), po zewnętrznej stronie nakładamy pierwszą część kadłuba ekstrudera i przykręcamy jedną śrubą M3x16 mm. Nakrętka M5 powinna znaleźć się w zagłębieniu (22), a po przykryciu drugą częścią kadłuba być przykręcona dwiema śrubami M3x30 mm, w jego górnej części (23). W nakrętkę od góry trzeba wkręcić złączkę rurki teflonowej, uważając, aby podczas dokręcania nie zerwać bardzo delikatnego gwintu. Końcowe złożenie ekstrudera jest trochę trudniejsze za sprawą sprężyny, którą trzeba zamontować identycznie jak na ilustracji 24, następnie założyć docisk, docisnąć dźwignię i wkładając śrubę M3x30 mm w otwór, skrócić całość. Śruba powinna być dokręcona do końca, a na-

stępnie cofnięta o połowę obrotu, tak aby dźwignia poruszała się pod naciskiem kciuka.

Kolejnym krokiem będzie montaż sterownika silnika w elektronice. W tym celu silnik odłączamy od sieci energetycznej, kładziemy na „plecach” i instalujemy sterownik, zgodnie z ilustracją 25 (położenie nowego sterownika zaznaczono niebieską ramką). Podczas montażu trzeba zwrócić uwagę, aby wszystkie nóżki były dokładnie umieszczone w podstawie – brak ich styku z tą częścią może spowodować uszkodzenie sterownika.

Na koniec pozostaje jeszcze zainstalować elastyczną rurkę teflonową, którą będzie prowadzony filament do głowicy (26). Montaż rozpoczynamy od włożenia rurki do ekstrudera (jednocześnie naciskając na plastikowy kołnierz, który po puszczeniu przytrzymuje ją na miejscu), następnie przekładamy ją przez uchwyt w górnym rogu drukarki i końcówkę rurki montujemy w złączce głowicy.

Rezultatem naszej rozbudowy jest drukarka z dwiema głowicami, dwoma uchwytami na filament i dwoma ekstruderami (27).

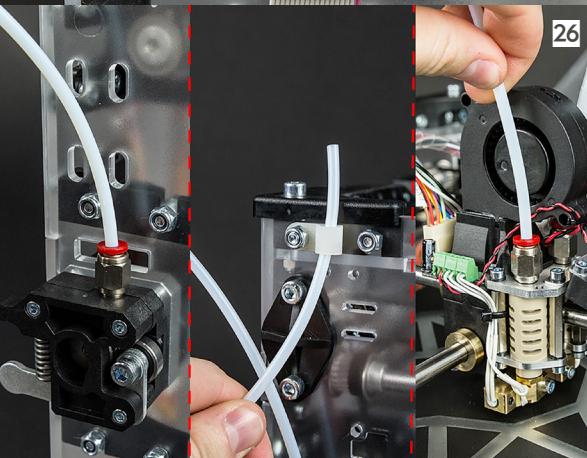
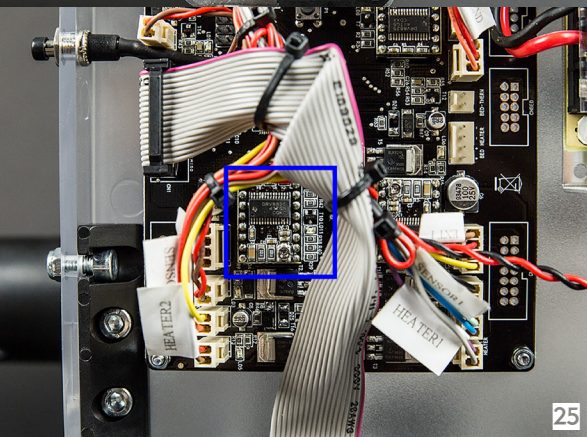
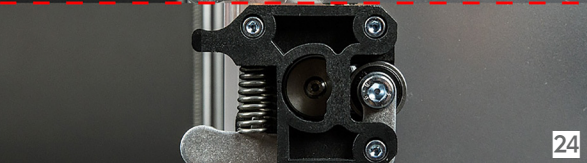
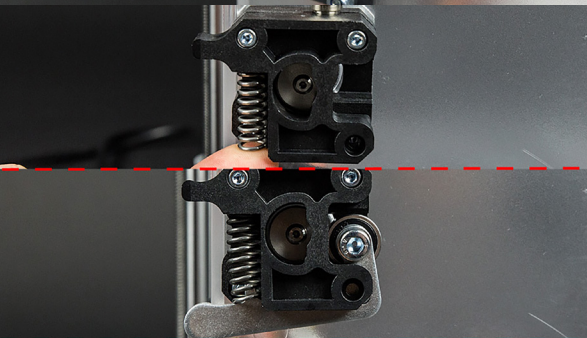
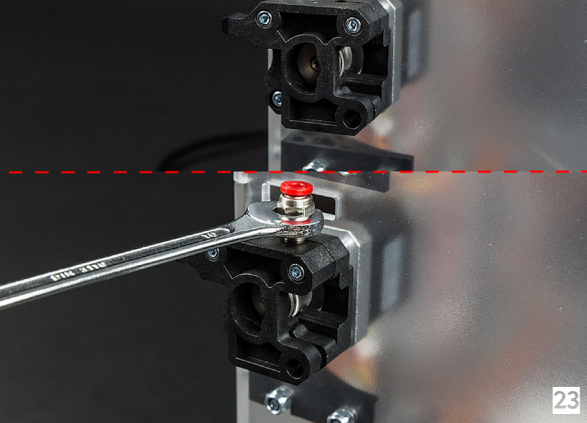
## Zmiana oprogramowania

Niestety, to jeszcze nie wszystko. Podczas budowy zestawu podstawowego, w ramach drugiej części kursu, mówiliśmy o wymaganej zmianie oprogramowania obsługującego dwie głowice na takie obsługujące jedną głowicę. Teraz ponownie trzeba zmienić oprogramowanie, tym razem na to obsługujące dwie głowice. Aby się upewnić, jaka wersja oprogramowania znajduje się na płycie, należy włączyć drukarkę i obserwować ekran startowy, na którym pojawi się informacja o wersji i rodzaju firmware'u (28). Najważniejszą informacją jest liczba głowic (heads) widoczna na ekraniku. Jeśli wynosi 1, należy zmienić oprogramowanie. Jeśli 2 – oprogramowanie jest OK. W tym pierwszym przypadku, zmianę oprogramowania można przeprowadzić dokładnie w oparciu o instrukcję zamieszczoną w drugiej części kursu, pamiętając tylko, aby pobrać odpowiednią wersję źródeł ze strony producenta. Najnowsza, ale stabilna wersja źródeł, nosi nazwę „Vertex 3D printer firmware dual head M1-V1.4-H2” i znajduje się pod adresem: <http://goo.gl/FVbu7w>.

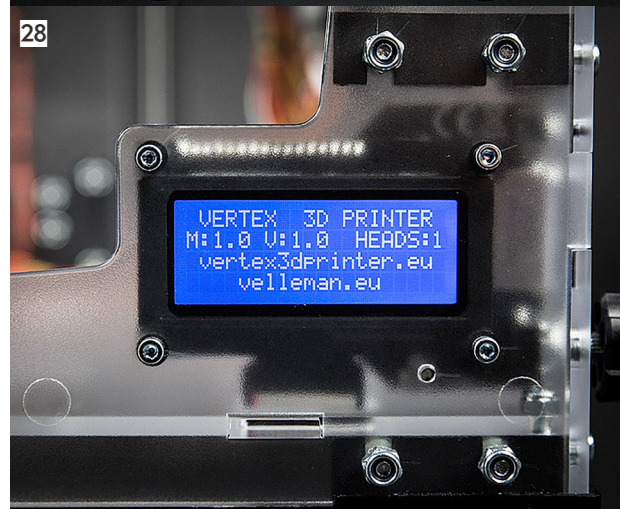
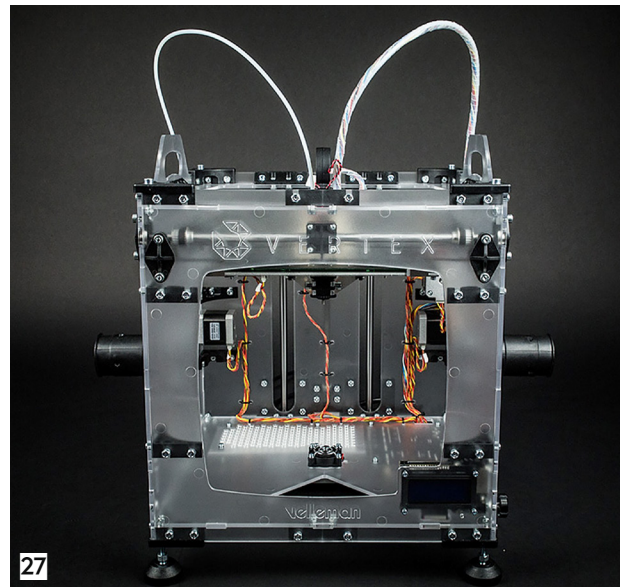
## Pierwszy wydruk

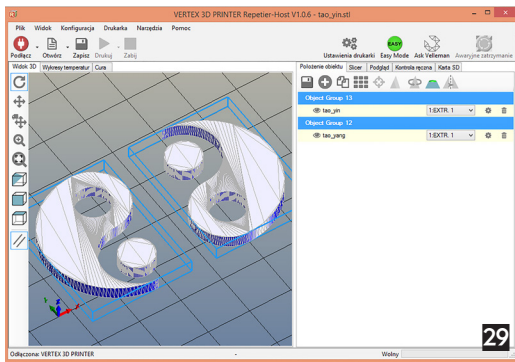
Po zaprogramowaniu elektroniki przygotowujemy się do pierwszego wydruku. W tym celu należy zaprojektować wydruk dla dwóch kolorów filamentu lub na początek pobrać jakiś przykład z Internetu. Proponuję łatwy wydruk prostego symbolu taoistycznego, czyli „monady”, splecionych symboli yin i yang.



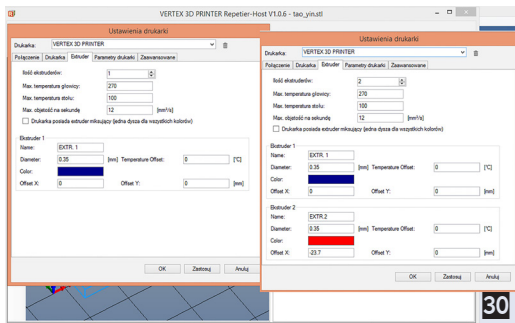


Pliki stl są dostępne pod adresem: <http://goo.gl/DkP-TUr>. Pobieramy oba, po czym importujemy je do programu VERTEX 3D PRINTER Repetier Host (29). Ogólna konfiguracja materiału PLA i ABS dla jednej głowicy jest zgodna z konfiguracją dla dwóch głowic, jednak należy ustawić liczbę ekstruderów. W tym celu wybieramy z górnego menu pozycję „Konfiguracja => Ustawienia drukarki” lub skrót klawiszowy Ctrl+P. Gdy otworzy się okno konfiguracji, trzeba wybrać trzecią zakładkę, „Extruder”, w której pierwsza pozycja – „Ilość ekstruderów” – ma wartość 1 i jedną sekcję konfiguracyjną (30). Wartość tę należy zmienić na 2, czego skutkiem będzie pojawienie się drugiej sekcji konfiguracyjnej dla drugiego ekstrudera. W ramach tej sekcji można ustawić kolor (w jakim mają być widoczne elementy wydruku w podglądzie dla drugiej głowicy) oraz odległość przesunięcia drugiej dyszy względem pierwszej (dla K8400 powinien wynosić 23,7). Po zmianach należy kliknąć przycisk „Zastosuj”, a następnie „Ok”.

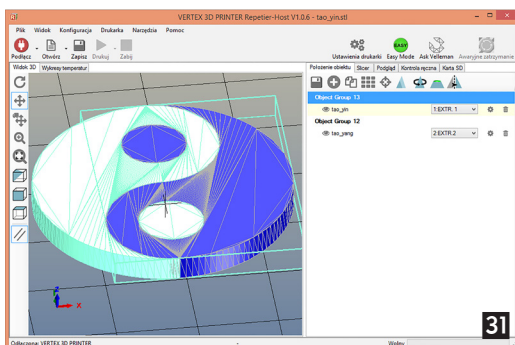




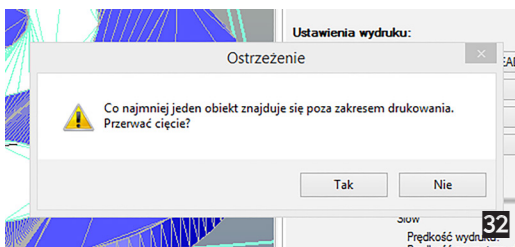
29



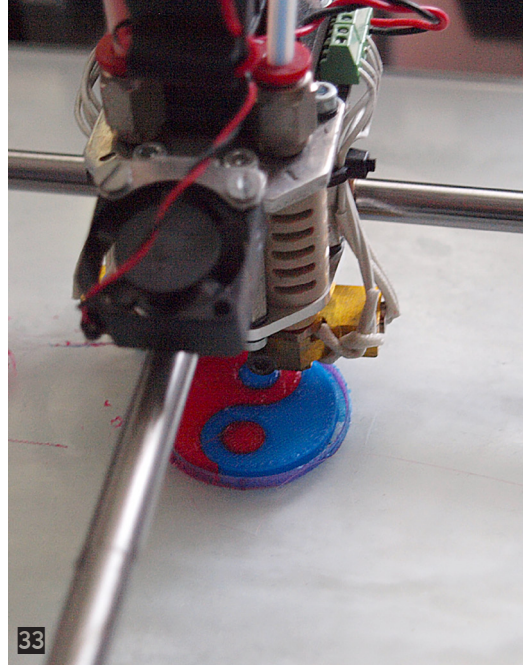
30



31



32



33

druk „monady” z dwóch plików stl (31) i ustalić, który element ma być drukowany z ekstrudera pierwszego, a który z drugiego. Następnie trzeba przejść do zakładki „Slicer”, w którym wybieramy profil „VERTEX DUAL HEAD” i klikamy przycisk „Potnij programem CuraEngine”. W tym momencie może pojawić się komunikat o błędnym zakresie drukowania – trzeba wtedy wybrać opcję „Nie”. Program potnie projekt i przygotuje wydruk na dwie głowice (32). Jak widać na podglądzie, wydruk został podzielony na dwie głowice z wyznaczeniem obszaru czyszczenia głowicy. Obszar ten jest niezbędny, ponieważ na nim rozpoczyna się drukowanie warstwy po okresie przestoju (gdy wydruk był realizowany pierwszą głowicą), zanim głowica zostanie przesunięta ponad wydruk właściwy. Ponadto każdy wydruk na dwóch głowicach tworzy obwódkę równą wysokości wydruku, której zadaniem jest także czyszczenie głowicy.

Wygenerowany wydruk można wysłać na drukarkę lub zapisać na karcie pamięci.

Przed wydrukiem koniecznie należy załadować filament do drugiej głowicy, opcją „Load filament”, dostępną w menu panelu graficznego drukarki.

Ostatnia seria ilustracji obrazuje proces wydruku oraz jego rezultat (33). Warto zwrócić uwagę na powstały obszar czyszczenia i obwódkę, na wymieszanie kolorów oraz zbędne kawałki filamentu (które wyciekły podczas kolejowania głowicy).

To był nasz pierwszy wydruk w dwóch kolorach oraz pierwszy test nowej głowicy! Wszystko zakończone pozytywnie. Wydruk nie jest jeszcze idealny, bo wymaga parametryzacji i tuningu konfiguracji drukarki. Opowiemy o tym w kolejnej części kursu. ■

*Jarosław Kita*