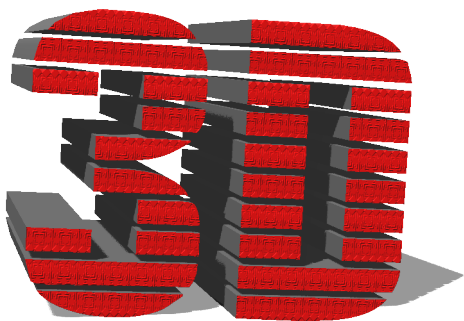
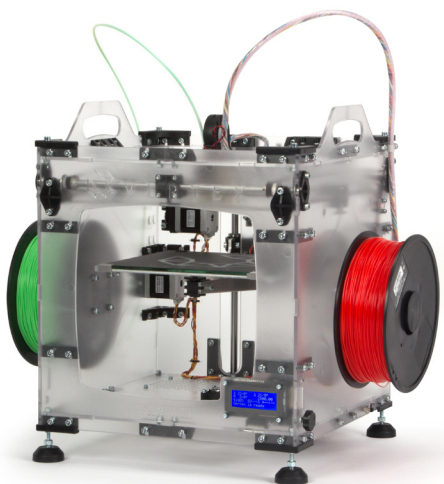


# PRAKTYCZNY KURS DRUKU



## Lekcja 2 – Składamy urządzenie!

Wiadomości wstępne o kursie i pierwszą lekcję zawiera wrześniowe wydanie „Młodego Technika” (egzemplarze MT 9/2015 są dostępne na [www.ulubionykiosk.pl](http://www.ulubionykiosk.pl), a cały kurs będzie sukcesywnie publikowany na [www.mt.com.pl](http://www.mt.com.pl)). Kurs jest prowadzony na drukarce VERTEX K8400 produkcji belgijskiej firmy Velleman. Kit (zestaw do montażu) tej drukarki jest dostępny w sklepie internetowym [www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl) (reklama na str. 71).



Drukarkę 3D VERTEX można zakupić w wersji podstawowej z jedną głowicą jako zestaw do samodzielnego montażu (K8400), ale istnieje także możliwość zakupu usługi montażu i kalibracji. Drukarka jest także dostępna w wersji z dwiema głowicami (K8400+K8402). Oczywiście zestaw podstawowy można rozszerzyć o dodatkową głowicę (K8402) w dowolnym momencie, wymaga to jednak pewnych zabiegów. Oprócz rozbudowy sprzętowej staje się też wtedy konieczna wymiana oprogramowania (*firmware*) znajdującego się w pamięci elektroniki sterującej. Kupując zaś od razu zestaw z dwiema głowicami, wystarczy go jedynie zmontować.

Po otwarciu pudełka (1) z zestawem przeznaczonym do montażu ogromna ilość elementów może potencjalnie odstraszać od próby samodzielnego działania, nie należy się jednak niczego obawiać.



### Czy złożenie drukarki 3D VERTEX jest trudne?

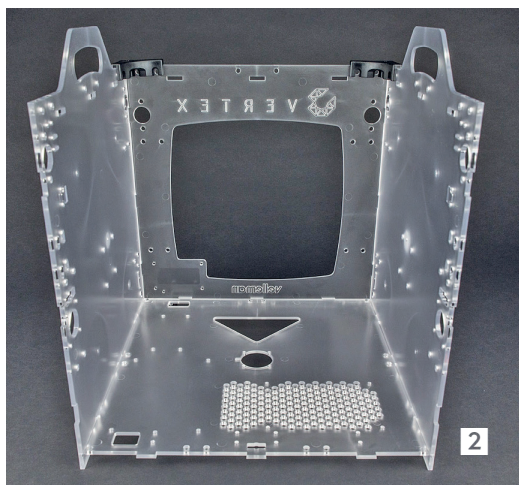
Na szczęście nie, instrukcja dostarczona przez producenta jest chyba jedną z najbardziej szczegółowych i profesjonalnie przygotowanych na rynku. Każdy krok, na każdym etapie budowy jest dokładnie opisany i uzupełniony wieloma bardzo szczegółowymi zdjęciami. Każdą czynność wymagającą nieszablonego działania poprzedzają zaś odpowiednie ostrzeżenia.

Do budowy drukarki niezbędnych jest kilka podstawowych narzędzi, które ewentualnie można zakupić w formie pakietu pod nazwą VTSET8400 poprzez stronę [www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl) lub bezpośrednio, przy ul. Leszczyńskiej 11 w Warszawie. Pomimo szczegółowej instrukcji, podczas budowy drukarki znalazło się kilka miejsc, którym warto poświęcić więcej czasu.

## Od czego zacząć?

Na początek należy rozpakować zestaw i sprawdzić, czy zawiera wszystkie niezbędne elementy. Zawartość pakietu można porównać z opisem zawartości w instrukcji *on-line* dostarczonej przez producenta pod adresem <http://goo.gl/HH12Yb>. Jest ona co prawda w języku angielskim, ale na szczęście napisano ją prostym i przyjaznym językiem, a stronę dostosowano pod Google tłumacz (wystarczy wpisać w polu tłumaczenia adres instrukcji).

Po otwarciu pudełka naszym oczom ukazuje się cała masa torebek z różnymi elementami. Producent posegregował części według kategorii przeznaczenia, a każda z torebek ma swój numer, który następnie pojawia się w instrukcji. Niektóre elementy (np. plastik montażowe, śruby, podkładki) są dodatkowo podzielone na mniejsze partie i oznaczone symbolami montażowymi lub rodzajowymi. Wszystko to ma na celu ułatwić złożenie drukarki.

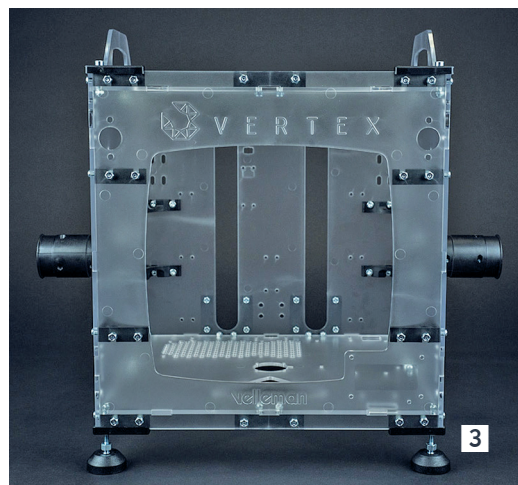


## Pierwszy krok

Budowa drukarki K8400 lub K8402 (wersja z drugą głowicą) rozpoczyna się od budowy **ramy**. Składa się ona z pięciu paneli wyciętych z bezbarwnego poliwęglanu, łączonych ze sobą za pomocą kształtek odlanych z ABS i sporej liczby śrub. **Zdjęcie 2** obrazuje ramę w trakcie składania.

Montaż nie nastęrcza trudności, wystarczy postępować dokładnie z instrukcją. Bezwzględnie trzeba jednak zaopatrzyć się w bawełniane rękawice ochronne (popularnie zwane frakowymi) lub rękawice nitrylowe, które mają za zadanie chronić ręce oraz uniknąć zostawiania tłustych śladów po palcach na przewodnicach i w niedostępnych miejscach montowanej drukarki.

Gdy rama będzie już gotowa, należy zamontować **uchwyty na rolki z filamentem**, które co prawda nie są niezbędne, ale naprawdę ułatwiają życie w czasie późniejszej eksploatacji drukarki (3).



### Słowniczek

ABS	Akrylonitryl-co-butadien-co-styren – tworzywo sztuczne otrzymywane w procesie polimeryzacji butadienu ze styrenem. Charakteryzuje się sporą wytrzymałością udarową, ale niską odpornością na UV.
ekstruder	Urządzenie podające (wtłaczające) filament do głowicy, w której jest topiony, a następnie wypychany na zewnątrz. Ekstrudery mogą być bezpośrednie (zintegrowane z głowicą) lub pośrednie, np. ekstruder bowdena.
endstop	Element w drukarce 3D, którego podstawowym zadaniem jest informowanie elektroniki o osiągnięciu końca pola roboczego w jednej z osi XYZ. Ma wiele nazw żargonowych, a najpopularniejsze to: krańcówka, wyłącznik krańcowy lub po prostu ogranicznik.
filament	Materiał bazowy, używany w procesie druku 3D w technologii FDM – najczęściej w postaci długiego drutu o średnicy 1,75 lub 3 mm.
impulsator	Przetwornik ruchu obrotowego na impulsy elektryczne, wyposażony przeważnie we włącznik; używany do sterowania i zatwierdzania pozycji menu w różnego rodzaju urządzeniach.
PLA	Polilaktyd ( <i>polylactic acid, polylactide</i> ) – polimer należący do grupy poliestrów alifatycznych. Jest w pełni biodegradowalny. Otrzymuje się go z odnawialnych surowców naturalnych, takich jak np. mączka kukurydziana.
stepstick	Układ elektroniczny, odpowiadający za sterowanie silnikiem krokowym; używany w robotyce, maszynach CNC, ale także drukarkach 3D.



Następnym ważnym krokiem jest montaż **wyświetlacza LCD z czytnikiem kart SD** oraz ograniczników pola roboczego, zwanych „endstopami”. Zapyta ktoś, po co wyświetlacz i czytnik SD w drukarce? Przecież można drukować bezpośrednio z komputera? Mogę jednak zapewnić, że nie warto kupować drukarki bez wyświetlacza i obsługi SD (lub przynajmniej bez możliwości rozbudowy o te elementy). Podzespoły te ułatwiają korzystanie z urządzenia, ale także bezpośrednio wpływają na jakość wydruków. Te duże i skomplikowane często trwają wiele godzin. Mając drukarkę bez LCD i czytnika SD, przez cały ten czas będziemy skazani na obsługę urządzenia przez komputer, na którym nie można wówczas wykonywać wielu czynności mogących mieć wpływ na wydruk (o kosztach zbędnego zużycia prądu nie wspominając). Pracując w trakcie drukowania na komputerze, generujemy opóźnienia w przesyłaniu danych z programu hosta do drukarki za pośrednictwem USB. Te mikroopóźnienia są później widoczne w postaci **dotychczas nadlewk materiału**, szczególnie w warstwach zewnętrznych.

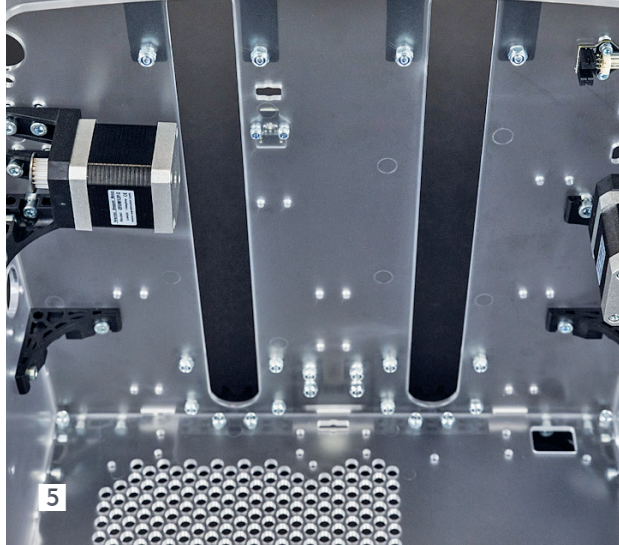
Drukowanie z karty SD z użyciem wyświetlacza pozbawia nas tych wad. Drukarka może samodzielnie przez wiele godzin tworzyć wydruki, a użytkownik w trakcie jej pracy jest w stanie ingerować w większość ustawień, także tych zakodowanych w pliku \*.gcod. Zdjęcie obok (4) prezentuje wydruk z komputera z wadami (po lewej) oraz ten sam wydruk z karty (po prawej).

Do ograniczenia przesuwania elementów drukarki w obrębie pola roboczego są stosowane **ograniczniki**. Dla tego modelu producent przewidział niezawodne ograniczniki oparte o czujniki podczerwieni. W wielu innych modelach występują czujniki mechaniczne, które jednak z czasem się zużywają, co może doprowadzić do uszkodzenia drukarki. Dla osi X i Y ograniczniki współpracują z głowicą (ruch w bok i do przodu), natomiast dla osi Z ogranicznik współpracuje ze stołem, odpowiadając za wysokość jego podnoszenia.

## Czas na silniki

Ten model ma **cztery silniki krokowe**. Trzy używane są do napędu osi XYZ, czwarty wykorzystywany jest w ekstruderze, o czym za chwilę. Na wały dwóch silników należy zamontować koła pasowe, następnie trzy silniki montujemy zgodnie z instrukcją, w szczególności do tego przeznaczonych uchwytach, a później w wyznaczonych miejscach ramy. Montaż silników X i Y pokazuje zdjęcie (5).

Gdy silniki znajdują się na miejscu, czas zmontować ekstruder, często nazywany także wytłaczarką. W tym modelu producent zastosował **ekstruder bowdena**, który ułatwia montaż filamentu w drukarce. Jest to ekstruder pośredni, niezespolony



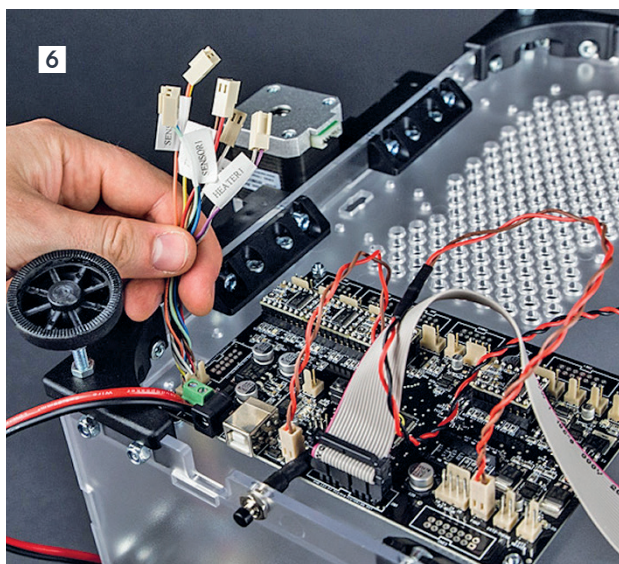
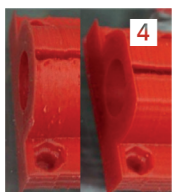
bezpośrednio z głowicą drukującą (nie porusza się razem z głowicą). Połączenie pomiędzy ekstruderem a głowicą jest realizowane za pomocą rurki teflonowej, w której porusza się filament. Montaż w oparciu o instrukcję nie nastrocza najmniejszych problemów.

## Elektronika i okablowanie

Montaż **plyty głównej** jest banalny, zwrócić uwagę należy jedynie na montaż sterowników silników (popularnie nazywanych stepstickami). Producent użył bowiem czarnej soldermaski, zarówno do płyty głównej, jak i sterowników, i z tego powodu zdjęcia w instrukcji są mało czytelne.

Po zamontowaniu elektroniki w przeznaczonym do tego celu miejscu, w dolnej części ramy, czas zająć się **okablowaniem**. Jest to proces trochę żmudny, ale producent zadbał o to, aby każdy kabel lub wiązka były dokładnie opisane z obu stron, a takie same opisy znalazły się na płycie sterującej (6). Pozwala to uniknąć pomyłki i maksymalnie ułatwia proces ułożenia okablowania zgodnie z instrukcją.

Gdy wszystkie kable znajdują się w swoich miejscach, montujemy **zasilacz**. Tu warto wspomnieć o dwóch kablach, czarnym i czerwonym (dość grube), które służą do podłączenia zasilania do płyty



głównej. Dobrze jest końcówki tych kabli, po obraniu z izolacji, pokryć cyną, czyli oblutować. Ułatwi to montaż oraz poprawi przewodzenie prądu.

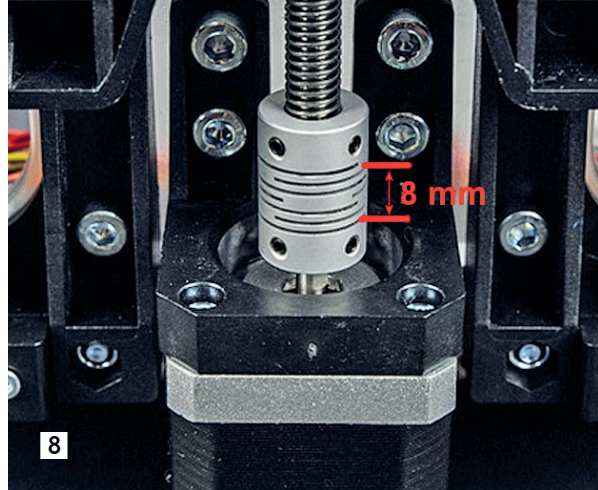
## Teraz głowica

Montaż głowicy składa się z dwóch kroków.

Pierwszy to **budowa samej głowicy**, wraz z sankami do przesuwania w osiach X i Y. W ramach drugiego należy **zamontować przewodnice oraz paski zębate**. Instrukcja montażu głowicy jest bardzo precyzyjna. Jedyną rzeczą mogącą sprawić trudność stanowi ucięcie 23-milimetrowego kawałka rurki teflonowej z dokładnością do 0,25 mm. Najlepiej z dostarczonej rurki uciąć kawałek o długości 70 cm (niezbędny do połączenia ekstrudera z głowicą), a następnie z pozostałego kawałka próbować uciąć fragment o długości 23 mm. W przypadku budowy drukarki z dwiema głowicami należy je obie po zmontowaniu umieścić symetrycznie na wspólnych sankach. Po zmontowaniu samej głowicy trzeba przystąpić do **montażu łożysk** wraz z osłonami, prętów i pasków. Tutaj także instrukcja jest bardzo precyzyjna i raczej trudno o pomyłkę. Ważnym momentem jest montaż pasków w górnym, prawym i lewym rogu. Znajdują się tam koła pasowe (7), na które należy założyć po dwa paski zębate – jeden krótki, przenoszący napęd z silnika, a drugi długi, odpowiadający za ruch głowicy w osiach X i Y. Złe zamocowanie pasków (powodujące np. ich ocieranie się o siebie) lub zbyt słaby naciąg skutkują gubieniem kroków podczas drukowania, co w rezultacie objawia się zniekształceniami bocznymi. Warto poświęcić dłuższą chwilę na montaż i odpowiedni naciąg tych pasków, aby uniknąć później dodatkowej pracy, co może być trudniejsze po zamontowaniu stołu roboczego. Ręcznie przesuwane sanki (chwytamy koniecznie poprzez rękawice za łączniki pasków z przewodnicami X, Y) powinny się przesuwać płynnie na całej długości i szerokości stołu.

## Montaż osi Z

Powoli montaż drukarki zbliża się do końca. Po drodze jeszcze szybki montaż rurki i okablowania głowicy oraz ostatnie duże zadanie – **przewodnice**

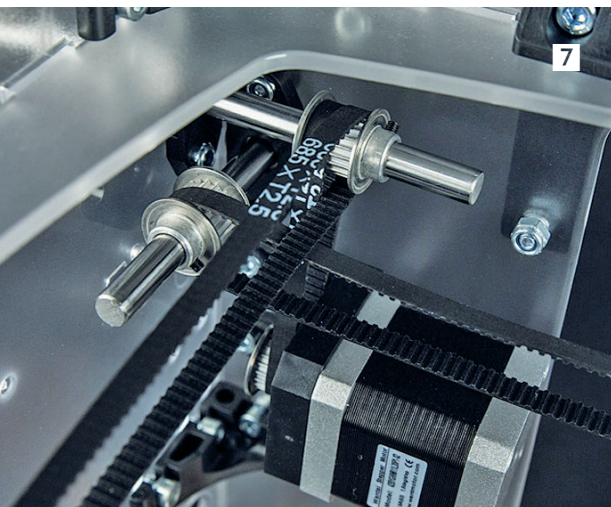


**osi Z oraz stół roboczy**. Przewodnice oraz gwintowany pręt są montowane z tyłu ramy. Trzymając się wytycznych instrukcji, montaż tych elementów nie nastęczy żadnych trudności. Niestety, podczas łączenia gwintowanego pręta z osią silnika instrukcja zaleca ustawienie tych dwóch elementów w osi, a następnie zespolenie ich razem, bez pozostawiania przerw z użyciem sprężki. Z doświadczenia mogę jednak polecić drobną zmianę – powinno się pozostawić przerwę pomiędzy osią silnika a gwintowanym prętem (8), tak aby sprężko mogło niwelować niewielkie ruchy boczne, powstające podczas pracy, brak tej elastyczności objawia się skazami w wydruku ścianek bocznych (lekkie pofałdowanie). Jak duża powinna być przerwa? Zależy ona głównie od użytego sprężki. W tym przypadku jest to ok. 8 mm w środkowej jego części, a najlepiej gdyby cała część elastyczna była pusta.

Po zmontowaniu stołu i zamontowaniu go w uchwycie, drukarka jest **gotowa do pierwszego uruchomienia!**

## Pierwsze uruchomienie

Zanim to nastąpi, zaleca się odłączenie podgrzewania głowicy – najlepiej profilaktycznie wypiąć szynę z głowicy. Potem trzeba podłączyć drukarkę do listwy antyprzepięciowej i włączyć zasilanie. Po chwili wyświetlacz rozbliśnie na niebiesko i pojawi się na nim tekst. Gdyby nie było widać tekstu lub był mało czytelny, należy spróbować poprawić kontrast, kręcąc trymerem na płytce wyświetlacza (mały otwór w obudowie pod wyświetlaczem). Gdy wszystko będzie w porządku, a na wyświetlaczu wyświetli się informacja o błędzie „MINTEMP” (to skutek odłączonego zasilania głowicy), należy drukarkę wyłączyć i ponownie podłączyć zasilanie głowicy. Jeśli się okaże, że wyświetlacz nie świeci na niebiesko lub niczego nie wyświetla, drukarkę trzeba wyłączyć i bardzo dokładnie sprawdzić: czy okablowanie jest podłączone poprawnie i czy wszystkie wtyczki są dokładnie włożone w gniazda. Producent gwarantuje szczegółową kontrolę techniczną sprzedawanych podzespołów, co w pełni eliminuje uszkodzenia na poziomie podzespołów. W 99% wszystkich przypadków





problemów ze startem drukarki przyczyną jest właśnie niedokładnie podłączony lub pomyłony kabel.

## Ostatnie kroki przed pierwszym wydrukiem

Domyślna wersja oprogramowania na płycie głównej (*firmware*) jest dostosowana do obsługi dwóch głowic, w przypadku drukarki z jedną głowicą konieczna jest wymiana *firmware'u*. **Poniżej przedstawione kroki dotyczą więc jedynie drukarek z jedną głowicą!**

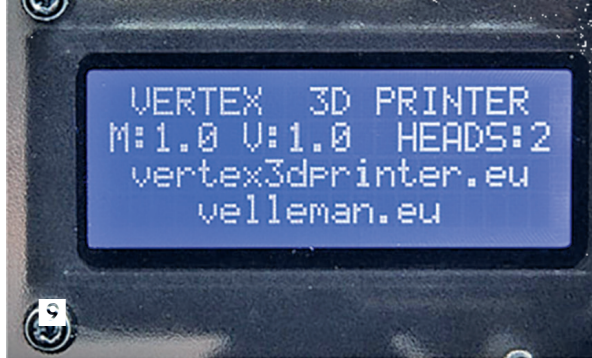
Na początek należy sprawdzić, jaka wersja oprogramowania znajduje się na płycie. W tym celu włączamy drukarkę i obserwujemy ekran startowy (9), na którym pojawi się informacja o wersji i rodzaju *firmware'u*. Gdyby ekran za szybko przeskakiwał, można pomóc sobie aparatem. Wystarczy nawet ten w telefonie.

Litera M poprzedza informację o numerze wersji oprogramowania Merlin, litera V poprzedza wersję modyfikacji przez VERTEX (zalecane jest wykorzystywanie najnowszej wersji), a słowo HEADS poprzedza informację o liczbie głowic. Jeżeli liczba głowic nie zgadza się z liczbą fizycznie użytych głowic w zbudowanej drukarce, należy **wymienić *firmware***. Aby pobrać aktualne oprogramowanie, musimy wejść na stronie producenta w zakładkę „Support” i wybrać aktualną wersję *firmware'u*. Na chwilę tworzenia kursu najnowsza dostępna wersja oprogramowania to M1-V1-H1 lub H2. Należy więc pobrać wersję M1-V1-H1 dla drukarki z jedną głowicą, a następnie ją rozpakować do wskazanego katalogu. Producenta udostępnia kod w formie źródłowej, co oznacza, że przed aktualizacją trzeba go wcześniej **skompilować**. Oczywiście brzmi to tajemniczo i może odstraszać, jednak jest naprawdę łatwe. Należy podłączyć drukarkę z użyciem kabla USB do komputera z systemem Windows 7 lub nowszym. Po chwili komputer powinien rozpoznać urządzenie, zainstalować je automatycznie oraz przydzielić numer portu COM (10).

Aby to zrobić, należy znaleźć na komputerze funkcję Menedżera urządzeń – w Panelu Sterowania, w sekcji Sprzęt. Po jego otwarciu będzie można sprawdzić, jaki numer portu został przydzielony. Na komputerze z Windows 8.1 lub nowszym wystarczy kliknąć prawym klawiszem na przycisk „Windows” i wybrać „Menedżer urządzeń”.

Jeżeli komputer automatycznie nie zainstaluje urządzenia i nie przydzieli portu, należy zainstalować program, popularnie nazywany sterownikiem FTDI. Można go pobrać ze strony: <http://goo.gl/51n12i>, następnie zainstalować i uruchomić ponownie komputer. Powinno pomóc.

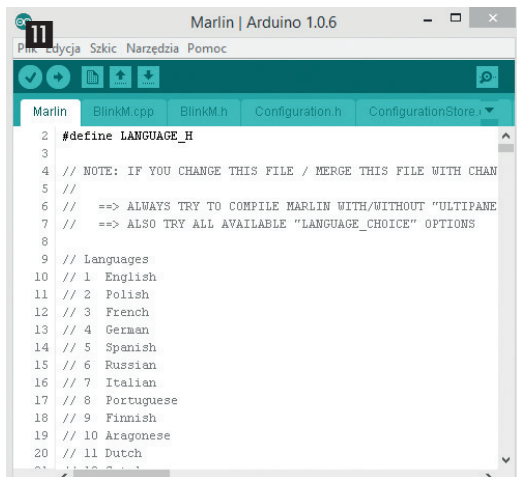
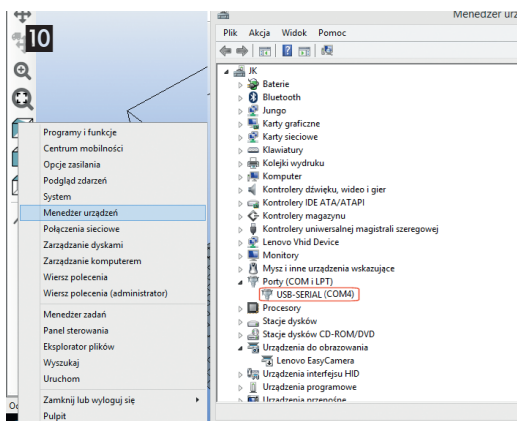
Gdy drukarka została poprawnie rozpoznana przez system operacyjny oraz przydzielono port, czas na **instalację środowiska Arduino**, bardzo popularnego środowiska dla pasjonatów robotyki. Pobieramy je ze strony <http://goo.gl/xctLct>, koniecznie w wersji 1.0.6, i instalujemy na komputerze. Musimy otworzyć

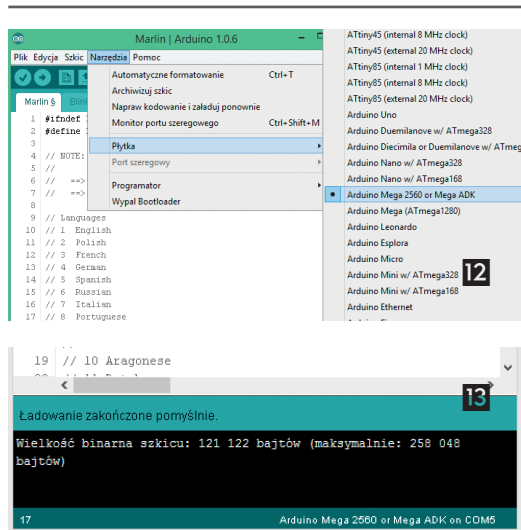


folder z rozpakowanym oprogramowaniem do drukarki, wejść do katalogu Marlin, odnaleźć w nim plik „marlin.ino” i dwukrotnie kliknąć. Powinno uruchomić się środowisko Arduino, z otwartym kodem oraz wszystkimi bibliotekami (11).

Przed próbą kompilacji oprogramowania należy wybrać rodzaj płyty głównej – w tym przypadku jest to „Arduino Mega 2560 or Mega ADK”. W tym celu należy kliknąć w górnym menu na zakładkę „Narzędzia”, a następnie „Płytką”, aby wybrać odpowiedni rodzaj płyty z rozwijalnego menu (12).

Korzystanie z **kodu źródłowego** ma wiele zalet. Jedną z nich jest możliwość zmiany wersji językowej komunikatów na ekranie wyświetlacza drukarki – z angielskiej na polską. Wystarczy w tym celu przejść do 25 linii kodu „Marlin” o zawartości





#define LANGUAGE\_CHOICE 1 i zmienić wartość z 1 na 2.

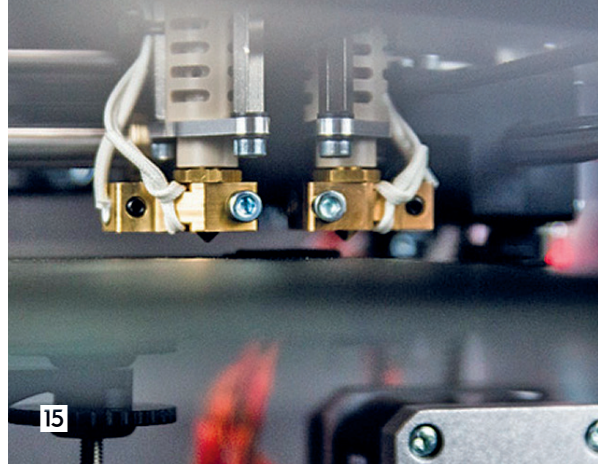
Teraz dokonujemy próby kompilacji. Naciskamy z klawiatury kombinację klawiszy „Ctrl + R” lub klikamy w górnym menu na zakładkę „Szkic”, a następnie „Weryfikuj/Kompiluj”. Program sprawdzi poprawność i przygotuje plik do wysłania do drukarki. Poprawnie zakończony proces wyświetli komunikat w dolnej części ekranu „Wielkość binarna szkicu: np. 111 112 bajtów (maksymalnie: 258048 bajtów)”

Jeżeli program poprawnie się skompilował (w przypadku błędów będą one opisane na pomarańczowo w dolnej części ekranu – najczęstszy błąd to brak poprawnie wybranej płyty w poprzednim kroku), należy drukarkę odłączyć z prądu (elektronika pobiera zasilanie z USB). Następnie z menu górnego musimy wybrać zakładkę „Plik”, potem „Załaduj” lub wciskamy kombinację klawiszy „Ctrl + U”. Poprawnie zakończenie procesu wyświetli komunikat jak na **rysunku 13**.

Ostatnim krokiem tego procesu jest **zapisanie ustawień oprogramowania** z poziomu wyświetlacza LCD drukarki. Trzeba wybrać opcję „Settings”, a potem przewinąć do pozycji „Store memory”, którą uruchamiamy, klikając impulsatorem (specjalnym wielopozycyjnym przełącznikiem z zatwierdzaniem z boku obudowy, na wysokości wyświetlacza).

## Kalibracja osi Z

Przed pierwszym wydrukiem należy także **skalibrować oś Z**, czyli zweryfikować poprawną odległość stołu



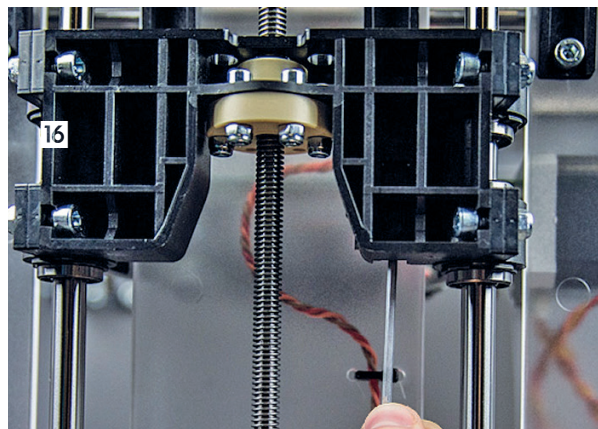
od głowicy oraz sprawdzić, czy we wszystkich punktach ta odległość jest taka sama. Dokładność wypozycjonowania ma znaczenie dla wydruku, a nawet dla rozpoczęcia drukowania. Zbyt duża odległość uniemożliwi przyklejenie się roztopionego filamentu do stołu, a zbyt mała uniemożliwi jego wypływanie z głowicy.

W tym celu trzeba włączyć drukarkę i wybrać z menu głównego na wyświetlaczu opcję „Control printer”, a potem opcję „Auto home”, która ustawi drukarkę w pozycji do wydruku, identycznie jak na **zdjęciu 14**.

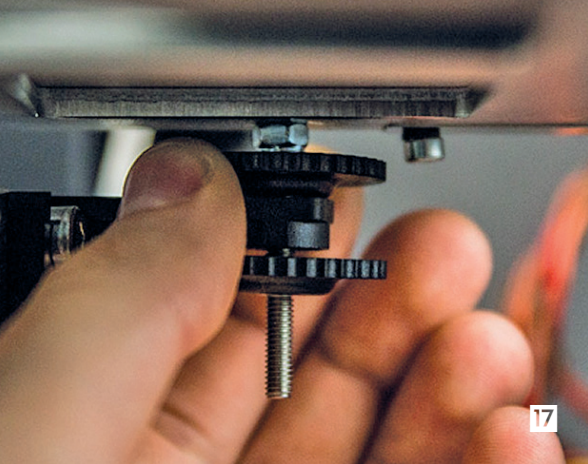
W tej pozycji głowica powinna znaleźć się w tylnym-prawym narożniku, a stół powinien się podnieść do wysokości głowicy, pozostawiając ok. 3 mm wolnej przestrzeni (15).

Następnie z tyłu drukarki należy kręcić śrubą w prawej części uchwytu stołu (identycznie jak na **fotografii 16**) w celu podniesienia go do momentu uzyskania szczeliny około 1 mm. Zaleca się podnoszenie w kilku krokach, ponieważ zbyt duże jednorazowe podniesienie może w skrajnym przypadku uszkodzić głowicę drukującą przez stół. Wykonujemy pół obrotu śrubą, uruchamiamy „Auto home” i dokonujemy pomiaru itd.

Gdy stół osiągnie pożądaną wysokość, a szczelina pomiędzy głowicą i stołem zbliży się do 1 mm, trzeba przygotować kartkę papieru ksero, złożonego dwa razy (na pół i jeszcze raz na pół), lub szczerinierz o grubości listka 0,35 mm. Stół roboczy do uchwytu jest przymocowany w trzech punktach śrubami, które można regulować. Każda śruba ma dwie nakrętki. Pierwsza służy do blokowania. Druga do regulacji. Najpierw odkręcamy nakrętkę dolną, a następnie kręcimy górną, aby uzyskać odpowiednią odległość







między stołem a głowicą. Fotografia 17 obrazuje sposób regulacji.

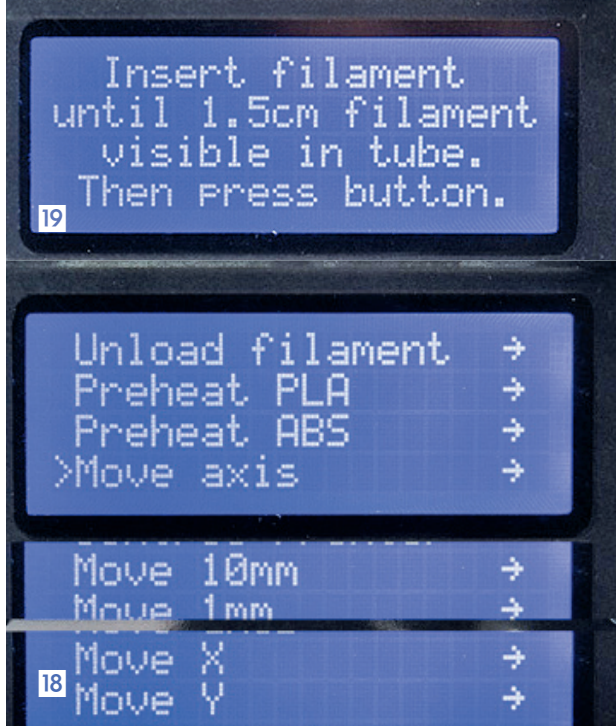
Kalibrację rozpoczynamy od śruby umiejscowionej tuż pod zaparkowaną głowicą. Po ustawieniu odpowiedniej odległości sprawdzamy złożoną kartką, czy przesuwa się pod głowicą i o nią nie zaczepia. Kartka powinna się przesuwać bez luzów i nie powinno na niej powstawać wyżłobienie. Gdyby coś takiego miało miejsce, należy ponownie przeprowadzić w tym punkcie regulację. Jeśli szczelina będzie poprawna, przesuwamy głowicę w skrajne lewe położenie. Można to zrobić, wybierając z menu „Control printer”, następnie „Move axis”, następnie „Move 10mm”, oraz „Move X” (18), kręcąc gałką impulsatora wybieramy przesunięcie o 200 mm. Głowica powinna się przesunąć na skrajną lewą pozycję nad drugi punkt regulacji.

Ponownie należy wyregulować głowicę w tym punkcie, kręcąc nakrętkami pod głowicą, identycznie jak za pierwszym razem. Następnie, używając menu, przesuwamy głowicę na środek osi X, a następnie o 200 mm w osi Y, tuż nad trzeci punkt regulacyjny. Ponownie wyregulujemy odległość – regulacja trzech punktów zapewnia dokładną kalibrację pomiędzy stołem a głowicą. Drukarka jest gotowa do załadowania filamentu.

## Ładowanie filamentu

Nasza drukarka została zbudowana i skalibrowana, czas więc na załadunek filamentu do głowicy i **rozpoczęcie drukowania**. Producent przewidział specjalną **metodę ładowania materiału** lub jego zmiany. Służy do tego konkretna pozycja w menu wyświetlacza. Należy wybrać „Control printer”, następnie „Load filament”, a następnie numer głowicy „Right (EXT.1)” w przypadku jednej głowicy, po czym „Load PLA right” lub „Load ABS right” w zależności od rodzaju posiadanego filamentu. Po zatwierdzeniu na ekranie pojawi się napis jak na **ilustracji 19**.

Napis ten oznacza prośbę o włożenie filamentu do ekstrudera i przyciśnięcie przycisku impulsatora. Dalej, w pełni automatycznie, drukarka po nagraniu głowicy pobierze materiał i umieści go w niej. Jednak zanim materiał zostanie pobrany, należy umieścić rolkę filamentu PLA na wieszaku z boku drukarki, przyciągając koniec drutu go pod niewielkim kątem,



nacisnąć kciukiem dźwignię ekstrudera i wprowadzić filament od dołu, tak aby ok. 1,5 cm pojawiło się w rurce łączącej ekstruder z głowicą (20).

Po potwierdzeniu gotowości przyciskiem impulsatora, dalsza część procesu przebiega automatycznie. Oczywiście należy pamiętać, aby w jego trakcie nie korzystać z drukarki (poprzez USB i komputer), ani z menu wyświetlacza. Gdy proces się zakończy, drukarka przejdzie w tryb „Ready”, czyli gotowości do drukowania.

Ten pierwszy, prawdziwy wydruk wykonamy dopiero w następnej części kursu. Omówimy wówczas także szczegółowo materiał PLA, oprogramowanie dołączone przez producenta do obsługi drukarki z poziomu komputera oraz przygotowany i wydrukowany pierwszy model (świecek LED)! ■

*Jarosław Kita*

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

