



ROZDZIAŁ 5

BUDOWA DRUKARKI 3D, KROK PO KROKU

BUDUJĘ SWOJĄ PIERWSZĄ DRUKARKĘ 3D

5 Budowa Drukarki 3D krok po kroku

5.1 Drukarki RepRap

Ideą drukarek **RepRap** jest wytwarzanie części niezbędnych do budowy nowej drukarki przez drukarkę już poskładaną i działającą. **Prusa i3** również jest RepRapem. Większość elementów, począwszy od tych utrzymujących całą konstrukcję, aż po osłony na zasilacz czy elektronikę, jest wykonana właśnie na innej drukarce 3D. Od czego zacząć?

5.2 Od czego zacząć?

Przed przystąpieniem do składania drukarki 3D najlepiej jest na początek poznać jej działanie. W Internecie istnieje wiele stron internetowych, grup dyskusyjnych (z którymi warto się zaznajomić) na temat druku 3D, w których użytkownicy RepRap'ów wymieniają się doświadczeniami i wiedzą. Również na serwisie YouTube można znaleźć kanały, w których twórcy udzielają się na temat drukarek 3D – recenzują różny sprzęt, czy też przedstawiają nowinki technologiczne pojawiające się na rynku druku 3D.

5.3 Wykaz niezbędnych części

Dla drukarki Prusa i3, która będzie przykładowo budowana w tej książce wykorzystane zostały niżej opisane części.

5.3.1 Części z tworzywa sztucznego

W Sieci można znaleźć bardzo dużo zestawów wydrukowanych części, na przykład do Prusy i3. Nabywając taki zestaw warto zwrócić uwagę jakie dokładnie części zawiera ze względu na fakt, że RepRapy oparte są na licencji Open Source. Licencja ta, pozwala na nieograniczony dostęp do dzieła (w tym wypadku są to zaprojektowane części), które możemy poddawać modyfikacji, a także mamy możliwość sprzedaży wytworu.

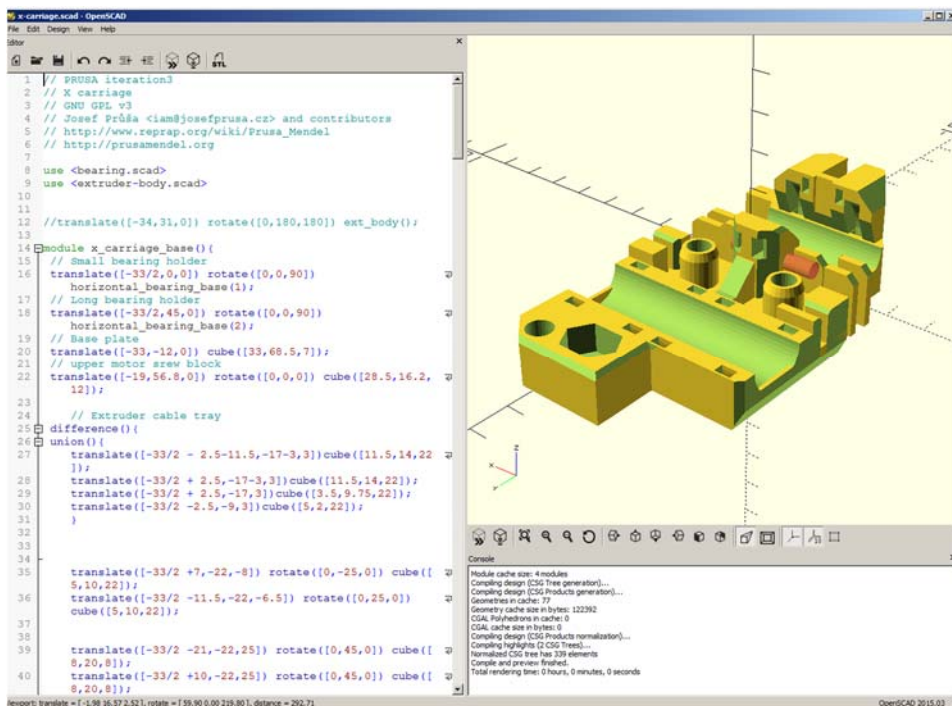
Zakup innych części, niż te, które pokazane są w książce nie oznacza, że uniemożliwi to zbudowanie drukarki. Będzie to jak najbardziej wykonalne z tą różnicą, że nie wszystkie kroki pokazane w książce będzie można dokładnie powtórzyć w trakcie montażu Prusy. Jeżeli ktoś chce mieć pewność, że dostanie dokładnie te części, których potrzebuje, może skorzystać z usług drukowania 3D na zamówienie.

Ostatnio powstaje coraz więcej firm oferujących drukowanie 3D na zamówienie. Wystarczy wysłać odpowiednie pliki zawierające modele potrzebnych części (z reguły są to formaty CAD'owskie lub format STL), a po kilku dniach dostaniemy gotowy produkt. Na stronie internetowej: <http://drukarka.itstart.pl/> można znaleźć oraz pobrać wszystkie części, które zostały przedstawione w tej książce.

Budowa Drukarki 3D krok po kroku

Dla bardziej zaawansowanych czytelników istnieje możliwość przystosowania pod siebie części drukowanych do Prusy i3. Pod adresem: <http://drukarka.itstart.pl/> znajdują się oryginalne części w formacie **OpenSCAD**, które można edytować.

OpenSCAD jest darmowym oprogramowaniem służącym do tworzenia obiektów 3D CAD. Do tworzenia modeli wykorzystuje swój własny język opisowy. W odróżnieniu od innych aplikacji do modelowania 3D, obiekty są tworzone poprzez napisanie programu, który następnie jest generowany i wyświetlany w formie widoku 3D. OpenSCAD do tworzenia obiektów wykorzystuje podstawowe figury geometryczne (prostokąty, walce, kule itp.) i określa jak poszczególne figury są modyfikowane i łączone ze sobą.



Rysunek 5.1 Zdjęcie elementu drukowanego, wklejonego z open SCADA)

Poniższe rysunki przedstawiają elementy plastikowe, wydrukowane na innej drukarce 3D.

Y-corners – mocowania dla prętów gwintowanych stanowiących ramę drukarki.



Rysunek 5.2 Elementy Y-corner

Y-motor mount – element, do którego przykręcony jest silnik napędu osi Y.



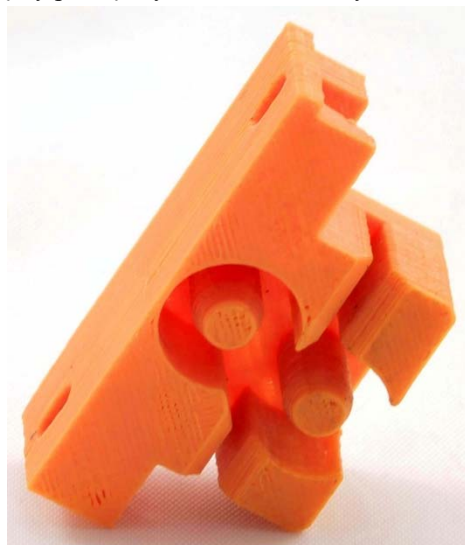
Rysunek 5.3 Część Y-motor mount

Y-idler – prowadzenie dla paska zębatego, który jest częścią napędu osi Y.



Rysunek 5.4 Część Y-idler

Y-belt – część, która łączy pas zębany ze stołem roboczym



Rysunek 5.5 Część Y-belt

X-motor - mocowanie silnika napędu osi X.



Rysunek 5.6 Część X-motor mount

X-idler – prowadzenie pasa zębatego dla osi X.



Rysunek 5.7 Część X-idler

X-carriage – karetką osi X stanowiąca mocowanie dla ekstrudera.



Rysunek 5.8 Część X-carriage

Z-motor mounts – część mocująca prowadnice liniowe, śruby napędowe oraz silnik napędu osi Z.



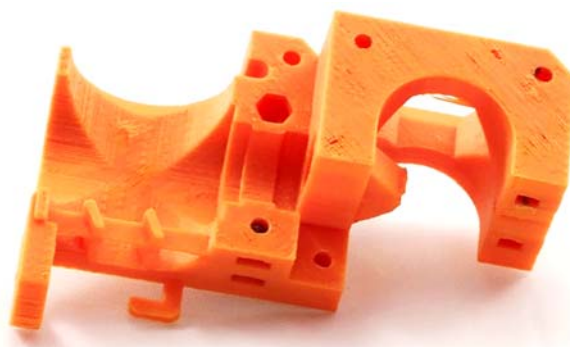
Rysunek 5.9 Elementy Z-motor mount

Z-top – górne mocowanie prowadnic liniowych i śrub napędowych osi Z.



Rysunek 5.10 Elementy Z-top

Extruder body – ciało ekstrudera.



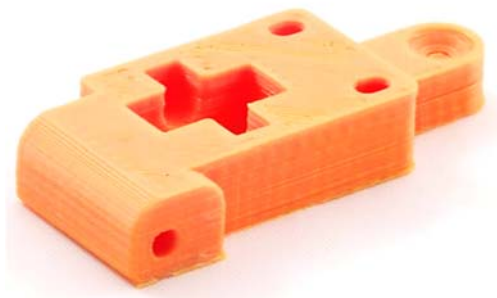
Rysunek 5.11 Część Extruder body

Extruder hover – pokrywa ekstrudera.



Rysunek 5.12 Część Extruder hover

Extruder idler – część prowadząca i dociskająca filament do radełka ekstrudera.



Rysunek 5.13 Część Extruder idler

5.3.2 Części mechaniczne

RepRapy oczywiście nie składają się tylko z drukowanych części. W skład ich konstrukcji wchodzi również: wałki liniowe, łożyska, śruby napędowe, silniki, pasy napędowe, części elektroniczne. Dobierając i nabywając te elementy warto zainwestować odrobinę więcej środków materialnych i zaopatrzyć się w produkty wyższej jakości. Będzie to skutkowało dłuższą żywotnością tych części, mniejszą awaryjnością drukarki. Najtańsze części szybko się zużyją i zepsują.

Konieczna będzie częsta konserwacja drukarki oraz jej naprawa. Tanie części spowodują również spadek na jakości drukowanego elementu. Dobrym przykładem mogą być zastosowane w drukarce łożyska. Przy łożyskach niskiej jakości można wyczuć opór

Budowa Drukarki 3D krok po kroku

podczas zmiany kierunku ich ruchu na wałku liniowym, który wpływać będzie na płynne działanie całego mechanizmu napędowego.

Takie zaburzenia mogą nawet nie być widoczne podczas pracy drukarki. Skutki będzie można zauważyć dopiero przyglądając się gotowym elementom z bliska. Na ich powierzchni będzie dało się zauważyć, że warstwy nie będą do siebie idealnie pasować, a przecież każdy chce, aby uzyskane wydruki były perfekcyjne. Dlatego warto zainwestować w nieco droższe części mechaniczne i osiągać lepsze rezultaty.

Takie zaburzenia mogą nawet nie być widoczne podczas pracy drukarki. Skutki będzie można zauważyć dopiero przyglądając się gotowym elementom z bliska. Na ich powierzchni będzie dało się zauważyć, że warstwy nie będą do siebie idealnie pasować, a przecież każdy chce, aby uzyskane wydruki były perfekcyjne. Dlatego warto zainwestować w nieco droższe części mechaniczne i osiągać lepsze rezultaty.

Pręty gładkie (nazywane też prowadnicami liniowymi) ϕ 8mm wykonane ze stali nierdzewnej o wymiarach i w ilości:

- 2 x 370mm
- 2 x 350mm
- 2 x 320mm



Rysunek 5.14 Pręty gładkie

Pręty gwintowane M10 wykonane ze stali o następujących wymiarach i ilości:

- 2 x 380mm
- 1 x 310mm
- 3 x 210mm



Rysunek 5.15 Pręty gwintowane M10

Rama drukarki wykonana z bakelitu.



Rysunek 5.16 Rama drukarki

Stelaż pod stolik grzejny.



Rysunek 5.17 Stelaż pod stół

Łożyska liniowe LMU08 – 6 sztuk.



Rysunek 5.18 Łożyska liniowe

Łożyska kulowe 605ZZ – 2 sztuki.



Rysunek 5.19 Łożyska kulowe

Pas zębaty GT2 6mm – około 1.2 m.



Rysunek 5.20 Pas zębaty

Zębatki paska GT2 – 2 sztuki.



Rysunek 5.21 Zębatka na pasek GT2

Śruby trapezowe Tr 8x8 z nakrętkami



Rysunek 5.22 Śruby trapezowe

Sprzęgła aluminiowe elastyczne 5mm/8mm – 2 sztuki.



Rysunek 5.23 Sprzęgła aluminiowe

Śruby, nakrętki oraz podkładki M3



Rysunek 5.24 Śruby, nakrętki i podkładki M3

Wymiary i ilości śrub M3:

- 2 x 10mm
- 4 x 15mm
- 20 x 20mm
- 6 x 25mm
- 10 x 30mm
- 1 x 50mm

Nakrętki i podkładki M10 w ilości 32 sztuki

Sprężyny naciskowe



Rysunek 5.25 Sprężyny naciskowe

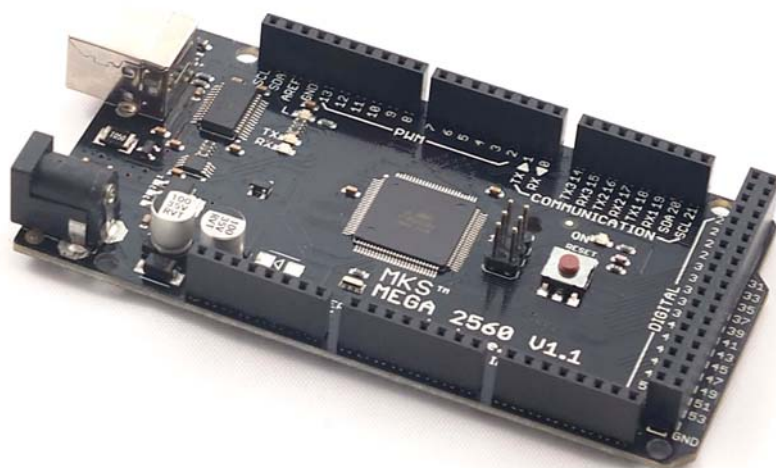
Radełko ekstrudera MK8



Rysunek 5.26 Radełko Mk8

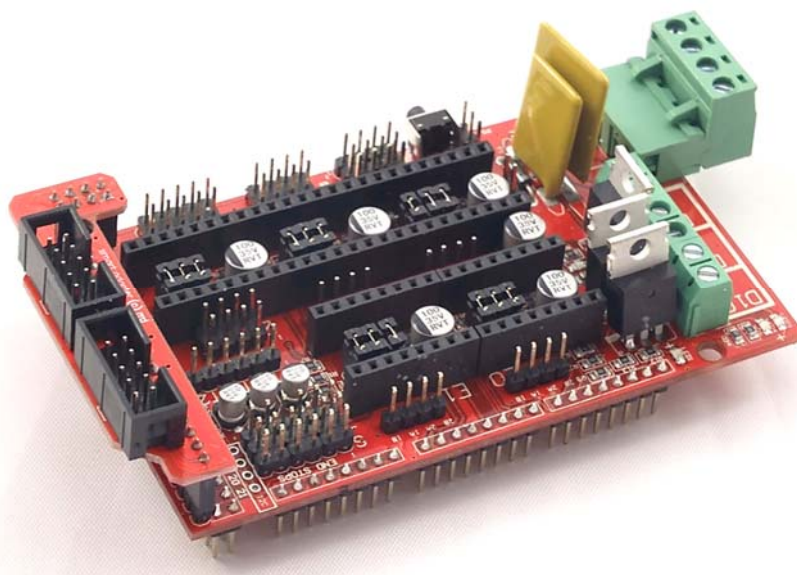
5.3.3 Części elektroniczne

Płytką Arduino Mega 2560 lub zgodna z Arduino AT Mega 2560.



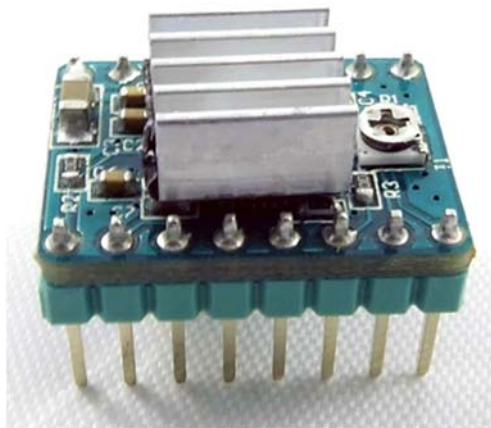
Rysunek 5.27 Płytki MKS Mega 2650 V1.1

Arduino shield RAMPS 1.4



Rysunek 5.28 RAMPS 1.4

Sterownik silnika krokowego Pololu Stepstick A4988 – 4 sztuki.



Rysunek 5.29 Pololu Stepstick A4988

Płyta grzejna Heated Bed MK2B



Rysunek 5.30 Heated bed MK2B

Zasilacz impulsowy 12V 30A.



Rysunek 5.31 Zasilacz impulsowy

Silniki krokowe NEMA 17 – 5 sztuk.



Rysunek 5.32 Silnik krokowy NEMA 17

Głowica E3Dv6 Lite – 1 zestaw.



Rysunek 5.33 Zestaw głowicy Lite6

Wentylator turbina 40mm – 1 sztuka.



Rysunek 5.34 Wentylator turbina

Wtyczki BLS 4- oraz 2-pinowe



Rysunek 5.35 Wtyczki i piny BLS

Budowa Drukarki 3D krok po kroku

Wyłaczniki krańcowe NO – 3 sztuki.



Rysunek 5.36 Wyłączniki krańcowe

Okablowanie:

Czterozżyłowa taśma o przekroju żyły 0.5mm^2 , długość ok. 5m



Rysunek 5.37 Czterozżyłowa taśma

Kabel zasilający trzyżyłowy o przekroju przewodu 1.5mm^2 , zakończony wtyczką, długość ok. 1m



Rysunek 5.38 Kabel zasilający

5.4 Budowa ramy

5.4.1 Czym jest rama drukarki?

Rama stanowi szkielet drukarki. To od niej zależy, czy w trakcie pracy cała konstrukcja będzie stabilna, a wydrukowane elementy będą miały zachowany kształt. Dlatego właśnie budując ramę drukarki 3D należy być niezwykle starannym i precyzyjnym. Wszystko musi do siebie idealnie pasować i ze sobą współgrać. Zła implementacja ramy będzie skutkowała niepoprawnym działaniem drukarki, na przykład ściany wydruków nie będą łączyć się ze sobą pod zadanym kątem. Dlatego warto poświęcić więcej czasu przy składaniu ramy drukarki na początku, niż potem rozmontowywać pozostałe elementy tylko po to, żeby poprawić błąd w konstrukcji.

5.4.2 Rodzaje wykonania

Istnieje wiele różnych metod wykonania szkieletu drukarki. Każda implementacja posiada zarówno wady jak i zalety. Najprostszą i zarazem najtańszą wykorzystywaną w RepRapach jest konstrukcja z prętów gwintowanych połączonych ze sobą odpowiednio częściami drukowanymi. Przykładem takiej ramy jest Prusa i2 czy też część ramy Prusy i3. Wadą takich konstrukcji jest ich sztywność. Przy dużej prędkości drukowania cała drukarka zaczyna się chwiać. Aby uzyskać większe prędkości można stosować dodatkowe wsporniki z kolejnych prętów.

Budowa Drukarki 3D krok po kroku

To niestety z reguły ogranicza pole robocze drukarki. Innym, również popularnym typem ram drukarek 3D, są ramy wykonane z profili aluminiowych. Można je spotkać wielu wariantach i rozmiarach. Łączenie profili najczęściej odbywa się przy użyciu kątowników. Powoduje to łatwość w montażu ze względu na dobre dopasowanie do siebie. Tak utworzona rama jest sztywna, a zarazem lekka co zwiększa przewagę nad prętami gwintowanymi. Niestety ten typ konstrukcji jest droższy niż wcześniej omawiany.

W przypadku Prusy i3 na ramę składają się dwie części – pozioma z prętów gwintowanych oraz pionowa wykonana ze sztywnego materiału, na przykład aluminium, drewna czy bakelitu.

5.4.3 Montaż krok po kroku

W Prusie i3 ramę tworzą pręty gwintowane fi 8 i 10 mm (na zdjęciach pokazana jest zmodyfikowana wersja Prusy, w której pręty gwintowane M8 zostały zastąpione prętami M10) oraz 4 elementy Y-corner, które łączą ze sobą pręty gwintowane. Odpowiadają one za stabilną pracę osi X i szczególnie osi Y. Drugim głównym elementem ramy jest profil najczęściej wykonany z aluminium, który odpowiada za pracę osi Z i jednocześnie utrzymanie osi X w pionie.

1. Przygotuj elementy składające się na ramę Prusy i3. Będą to następujące części mechaniczne: Trzy pręty gwintowane M10 210 mm, pręt gwintowany M10 320 mm, dwa pręty M10 380 mm, dwa pręty gładkie fi 8 350 mm, 32 nakrętki oraz podkładki M10. Z części plastikowych wybierz: cztery elementy Y-corner, element Y-motor oraz element Y-idler.

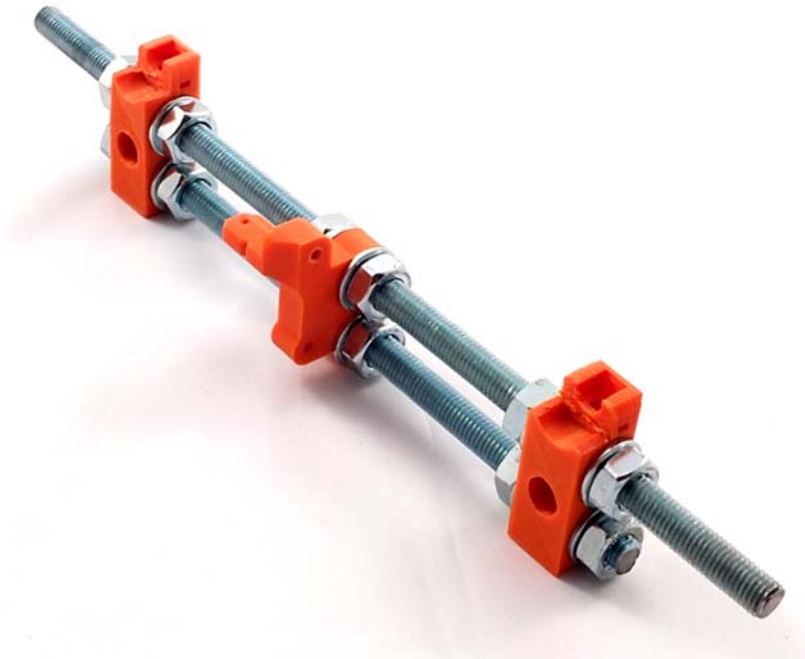


Rysunek 5.39 Zestaw części do montażu ramy

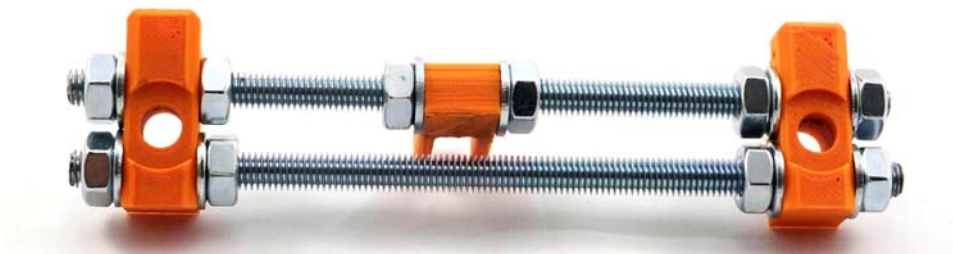
2. W części Y-corner wsuń pręty gwintowane M10 w otwory $\phi 10$ mm jednocześnie nakładając na pręty podkładki, nakrętki oraz elementy Y-motor i Y-idler jak pokazano na rysunku.



Rysunek 5.40 Poprzeczny tylny element ramy (widok z przodu)



Rysunek 5.41 Poprzeczny tylny element ramy (widok z tyłu)



Rysunek 5.42 Poprzeczny przedni element ramy (widok z przodu)



Rysunek 5.43 Poprzeczny przedni element ramy (widok z tyłu)

UWAGA! Nie dokręcaj jeszcze nakrętek zbyt mocno!

3. Włóż pręty M10 w pozostałe otwory w częściach Y-corner nie zapominając o założeniu nakrętek i podkładek.