

Praca licencjacka

napisana w Instytucie Informatyki

pod kierunkiem dra Rajmunda Kuduka

Kierunek: **Informatyka**

**Szymon Werema**

nr albumu: 296558

UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ W LUBLINIE

Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki

**Lublin 2022**

Wykorzystanie druku 3D do produkcji frezarki CNC

The use of 3D printing to manufacture a CNC milling machine

Spis treści

[Wstęp 3](#_Toc99289158)

[1. Wprowadzenie 4](#_Toc99289159)

[1.1. Druk 3D 4](#_Toc99289160)

[1.1.1. Modele 3D i slicer 4](#_Toc99289161)

[1.1.2. Budowa i sposób działania drukarki 3D 4](#_Toc99289162)

[1.2. Frezarka CNC 7](#_Toc99289163)

[1.1.3. Budowa 7](#_Toc99289164)

[2. Wykorzystywane nrzędzia 7](#_Toc99289165)

[1.1. Cura 7](#_Toc99289166)

[1.2. Fusion 360 7](#_Toc99289167)

[1.3. KiCad 7](#_Toc99289168)

[1.4. Carbide Create 7](#_Toc99289169)

[1.5. Grbl 7](#_Toc99289170)

[1.6. Cnc sheild 7](#_Toc99289171)

[Podsumowanie 8](#_Toc99289172)

[Bibliografia 9](#_Toc99289173)

# Wstęp

Tworzywa sztuczne znane są ludziom od około X w.p.n.e a ich znaczy rozwój rozpoczął się od XIX w. i trwa do dziś. Z biegiem lat zaczęto dostrzegać zalety w wytwarzaniu różnych elementów z tworzyw sztucznych względem takich surowców jak metal czy drewno. Popularność materiałów sztucznych oddaje ich roczna produkcja, która wraz z czasem znacznie wzrasta a w roku 2015 wyniosła 381 milionów ton[1]. Pierwotne techniki wytwarzania elementów z tworzyw sztucznych wiązały się z produkcją na masową skalę, co przekładało się na odrzucenie osób potrzebujący wyprodukowania pojedynczych sztuk produktu zaprojektowanego według własnych potrzeb. W wyniku tego powstały drukarki 3D z przeznaczeniem do prototypowania, które z biegiem czasu zaadaptowały się do potrzeb klientów indywidualnym[2], udostępniając każdemu drukowanie rzeczy z plastiku bez dużego nakładu finansowego i produkcji w tysiącach sztuk.

Celem pracy jest zaprezentowanie najbardziej popularnej metody druku 3D a następnie wykorzystanie jej w produkcji możliwe jak największej ilość elementów, które posłużą do zbudowania frezarki CNC. Cały proces dopełni określnie opłacalności wykorzystania tego typu rozwiązania w produkcji frezarki CNC w porównaniu z gotowymi zestawami.

Aby zrealizować cel pracy w pierwszym rozdziale zostaną przedstawione podstawowe informacje o druku 3D, 3-osiowej frezerce CNC oraz języku sterującym uprzednio wymienione maszyny. Drugi rozdział ma na celu przybliżyć wykorzystywane narzędzia umożliwiające budowę oraz obsługę frezarki CNC. Wiadomości z pierwszego o raz drugiego zostaną użyte podczas implementacji, która będzie umiejscowiona w rozdziale trzecim poprzez umieszczenie w nim między innymi procesu budowy oraz testowania frezarki.

# Wprowadzenie

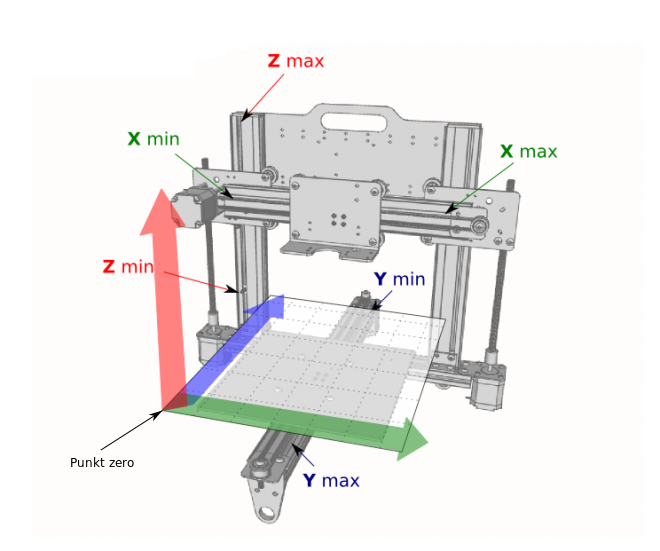
## Druk 3D

Druk 3D opiera się na wytworzenie rzeczywistego obiektu na podstawie modelu 3D. Maszyną realizującym ten proces jest drukarka 3D, która opiera się na technice wytwarzania przyrostowego. Przebieg tego sposobu wytwarzania przedmiotów opiera się na podzieleniu modelu 3D na poszczególne warstwy, które drukują się jedna na drugiej łączą się pomiędzy sobą tak by finalnie stworzyć jeden spójny element [2]. Przykładowymi zaletami tej techniki jest oszczędność materiału, ponieważ w wyniku wytwarzania nie powstają żadne straty materiału. Dodatkowo tę zaletę pogłębia fakt, że zazwyczaj powstałe elementy są wypełniane w określonym %, co przekłada również się na niższą wagę otrzymanego przedmiotu oraz większą elastyczność [3]. Niestety ta technika posiada wady jednymi z nich mniejsza wytrzymałość w porównaniu z elementem wytworzonym bez podziału na warstwy oraz jakość wizualna, gdyż bardzo często w wydrukowanych elementach można zauważyć poszczególne warstwy. Wśród konsumentów drukarek 3D największą popularność zyskała technologia o nazwie FDM (Fused Deposition Modeling) i ten typ drukarek będzie brany pod uwagę w niniejszej pracy.

### Modele 3D i slicer

### Budowa i sposób działania drukarki 3D

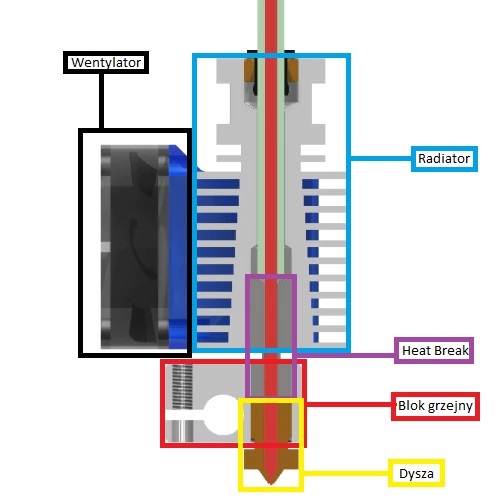
Aby drukarka mogła odwzorować obiekty 3D musi umożliwić głowicy drukującej nanoszenie materiału w trzech wymiarach. Najprostszym sposobem jest implementacja kinematyki poprzez układ kartezjański, w którym to ruch będzie wykonywany poprzez trzy odrębne osie X, Y i Z względem określonego punktu zero[4].



Rys. 1 Implementacja kinematyki kartezjańskiej w drukarce 3D[5]

Wykorzystanie koncepcji ruchu głowic względem 3 osi to połowa sukcesu. Kolejnym ważnym aspektem jest ruch, który musi być wykonywany w sposób kontrolowany oraz jak najbardziej precyzyjny. Te dwa czynniki mają znaczący wpływ na jakość naszego wydruku. Silniki krokowe, sterowniki silników krokowych (ang. Stepstick) oraz śruby trapezowe z nakrętką we współpracy umożliwiają ruch z precyzją rzędy 0.001mm na jeden krok silnika. Silnik krokowy w wyniku podania napięcie na cewkę nie obraca się cały czas, lecz wykonuje jeden pojedynczy obrót o określoną ilość stopni a prędkość obracania się jest kontrolowana poprzez częstotliwość wysyłanych impulsów. Przeciętny silnik krokowy umożliwia kontrolowany obrót swojej osi co 1.8° a to daje precyzję 200 kroków na pełen obrót. Układem elektrycznym realizującym wysyłanie impulsów elektrycznych do silnika krokowego jest sterownik silników krokowych[6]. Śruba trapezowa to realne odwzorowanie pojedynczej osi a jej zadanie to przekazanie obrotu osi silnika krokowego na element, który ma wykonywać ruch. Cechą takiej śruby jest wysoka precyzja przy pozycjonowaniu poprzez skok gwintu rzędu 8 czy 2 milimetrów na jeden obrót śruby. Kolejną ważną i pożądaną cechą takiej śruby jest jej samohamowność, co zapewnia opadania elementu napędzającego w wyniku braku zasilania silnika krokowego[7].

Materiałem eksploatacyjnym drukarek 3D jest filament, czyli tworzywo termoplastyczne w formie żyłki (zazwyczaj o średnicy 1.75mm), które pod wpływem temperatury zmienia stan skupienia ze stałego w lekko płynny. Po ponownym ochłodzeniu materiału ten nie wraca do poprzedniego kształtu tylko zostaje w formie, której został mu nadany. W drukarce 3D zadanie podgrzewania w kontrolowany sposób filamentu do odpowiedniej temperatury ma za zadanie hotend.



Rys. 2 Hotend[8]

Element ten jest podzielony na 2 strefy. Pierwszą z niech jest strefa przetapiania w skład której wchodzą:

* Dysza — W niej filament jest podgrzewany i tłoczony do określonej średnicy.
* Blok grzejny — W tym miejsciu znajduje się grzałka, która nagrzewa cały blok przekazując ciepło do dyszy.

Drugą strefą jest strefa zimna. Składa się ona z wentylatora oraz radiatora, który ma odprowadzać ciepło przedostające się pomiędzy strefami poprzez łącznik stref (Heat break). W wyniki zastosowania tego elementu filament nie jest upłynniany zbyt wcześnie co powoduje lepszą kontrolę na wyciskaniem filamentu przez dyszę[9]. Pomimo że jest on wykonany z metali, które nie przepuszczają dobrze ciepła to zawsze jakiś % z niego przedostaje się.

Materiał wtłaczany jest do hotend’u poprzez ekstruder. Budowa tego zespołu elementów jest prosta i opiera się na silniku krokowym oraz dźwigni. Filament jest wprawiany w ruch poprzez silnik krokowy oraz jest dociskany do niego poprzez dźwignię. Docisk ma za zadanie zniwelować poślizg materiału, dodatkowo aby jeszcze bardziej zniwelować ten efekt na silnik krokowy jest nakładany ząbkowany walec o nazwie radełka.

We współpracy ekstruder oraz hotend’u jest możliwe bardzo precyzyjne nanoszenie filamentu na tak zwany stół roboczy. Jest on umieszczony prostopadle względem dyszy, tak aby materiał nakładał się równomiernie. Ponadto sam stół roboczy również powinien być idealnie płaski oraz podgrzewany. Nagrzany stół zapewnia zmniejszenie różnic temperatury oraz zmniejsza efekt kurczenia filamentu podczas druku a co za tym idzie zmniejsza prawdopodobieństwo że nasz wydruk odklei się lub odkształci od stołu[10].

Mikrokontroler to układ scalony, którego główną ideą powstania było sterowanie innymi układami oraz pobieranie od nich danych. Wobec tego układ ten świetnie nadaje się do kontroli drukarek 3D. W niej pełni funkcje takie jak:

* Odbieranie oraz sterowanie temperatur ze stołu oraz hotend’u
* Wykonywanie pliku z instrukcjami w celu wytworzenia obiektu 3D
* Komunikacja z sterownikami silników krokowych
* Określanie aktualnej pozycji głowicy drukującej

## Frezarka CNC



### Budowa

# Wykorzystywane narzędzia



## Cura

## Fusion 360

## KiCad

## Carbide Create

## Grbl

## Cnc sheild

# Implementacja

## Rysunki techniczne elementów CNC

## Schemat podłączeniowy

## Testowanie

## Kosztorys

## Podsumowanie

# Bibliografia

[1] Ilość plastiku wytwarzanych w ciągu roku https://ourworldindata.org/grapher/global-plastics-production

[2] O addytywnym 3D PRINTING Third Edition

[3] Porównanie addytywnego z tradycyjnym i zalety addytywnego 3D Printing for dummies

[4] Kinematyki https://blackfrog.pl/blog/budowa-drukarki/rodzaje-kinematyki-drukarek-3d/

[5] Układ karteziański <http://feriar-lab.pl/kalibracja-drukarki-3d-czesc-1/2/>

[6] Silniki krokowe <https://www.ebmia.pl/1214-silniki-krokowe-sterowniki>

[7] Śruba trapezowa https://kacperek.com.pl/en/katalog/silowniki/akcesoria/sruby-trapezowe-i-nakretki-akcesoria/sruby-trapezowe/

[8] Hotned <https://3dreaktor.pl/hotend-w-drukarce-3d-krok-po-kroku>

[9] testy termincze hotendu <https://www.mechanik.media.pl/pliki/do_pobrania/artykuly/22/konferencja_144.pdf>

[10] stół w drukarce 3D https://3d.edu.pl/podgrzewany-stol-roboczy-drukarki-3d-sprawdz-co-powinienes-o-nim-wiedziec/