



## **Projekt i wykonanie zamkniętej komory przeznaczonej do pracy drukarki 3d.**

### **Cel:**

Budowa zamkniętej komory pozwalającej na pracę drukarki 3d.

### **Wymagania projektowe:**

- Zamknięta komora, redukująca hałas wytwarzany podczas pracy drukarki, osiadanie kurzu na elementy mechaniczne drukarki.
- Regulacja temperatury wewnątrz komory
- Swobodny dostęp do drukarki

### **Zalety zamkniętej obudowy:**

- Zmniejszenie poziomu hałasu
- Zmniejszenie ilości kurzu domowego osiadającego na częściach mechanicznych drukarki.
- Utrzymywanie odpowiedniej temperatury w obrębie wydruku (konieczne przy niektórych materiałach technologii FDM)

### **Budowa komory:**

Komora zbudowana jest w formie prostopadłościanu o wymiarach 60cm x 67cm x 44cm. Dostęp do komory realizowany jest za pomocą drzwi wykonanych z przezroczystego pleksiglasu, umożliwiającego podgląd pracy drukarki.



Rys.1. Zamknięta komora

Drukarka umieszczona wewnątrz komory postawiona została na wysuwanym blacie, który umożliwia wysunięcie urządzenia z komory w celach serwisowych.

Dodatkowo blat rozdziela wnętrze komory na dwie strefy:

- strefę wydruku
- strefę w której pracuje elektronika drukarki



Rys.2. Drukarka wysunięta w celach serwisowych

Komora wyposażona została w uszczelki okienne na łączeniu komory z drzwiami, dodatkowo domknięcie drzwi za pomocą magnesów neodymowych pozwala na odpowiednie uszczelnienie komory.

### **Utrzymywanie temperatury wewnątrz komory:**

W celu utrzymania odpowiedniej temperatury wewnątrz drukarki zaprojektowana system automatycznej kontroli temperatury.

#### **System składa się z:**

- Czujników temperatury
- Wentylatorów
- Mikrokontrolera pozwalającego na odczyt temperatury i odpowiednie wysterowanie pracą wentylatorów.

Pomiar temperatury odbywa się za pomocą dwóch czujników cyfrowych DS18B20 oraz jednego AM2320.

Regulacja temperatury odbywa się za pomocą:

- Dwóch wentylatorów 6010 dla strefy wydruku
- Dwóch wentylatorów o średnicy 100mm dla strefy elektroniki

Jako mikrokontroler zastosowano Arduino Uno.

### **Wykorzystane elementy:**

- 3x DS18B20
- AM2320
- Arduino Uno
- Lcd 4x20
- 4x tact switch
- przekaźnik 10A 250VAC
- mostek H, układ L293D
- konwerter ADC HX711
- belka tensometryczna NA27
- 2x wentylator 6010
- 2x wentylator o średnicy 100mm
- Pasek led o długości 55cm

### **Funkcjonalność:**

- Pomiar temperatury w trzech punktach komory, dodatkowo odczyt temperatury na zewnątrz komory.
- Pomiar wilgotności panującej w komorze
- Pomiar wagi filamentu pozostałego na szpuli.
- Wyświetlanie danych pomiarowych
- Wprowadzanie danych dotyczących zadanej temperatury
- Sterowanie oświetleniem komory

### **Działanie programu:**

#### **1. Menu**

Użytkownik posiada do dyspozycji wyświetlacz LCD z wbudowanym menu, pozwalającym na wyświetlanie pomiarów, wprowadzenie zadanych wartości temperatur oraz wysterowanie oświetleniem. Do nawigacji wykorzystano 4 przyciski.

Ekran POMIARY wyświetla dane z dostępnych czujników w celu prezentacji użytkownikowi, wyświetlane są od lewej:

- Zadane temperatury
- Temperatury wewnątrz komory
- Wilgotność
- Temperatura zewnętrzna
- Waga filamentu

Poruszając się po menu, mamy do dyspozycji następujące pozycje:

- Ustaw czas druku (w rozwoju)
- Ustaw temperaturę góra ( wartość temperatury dla górnego czujnika)
- Ustaw temperaturę środek ( wartość temperatury dla srodkowego czujnika)
- Ustaw temperaturę dół ( wartość temperatury dla dolnego czujnika)
- Oświetlenie LED ( pozwala sterować oświetleniem komory)

## 2. Regulacja temperatury

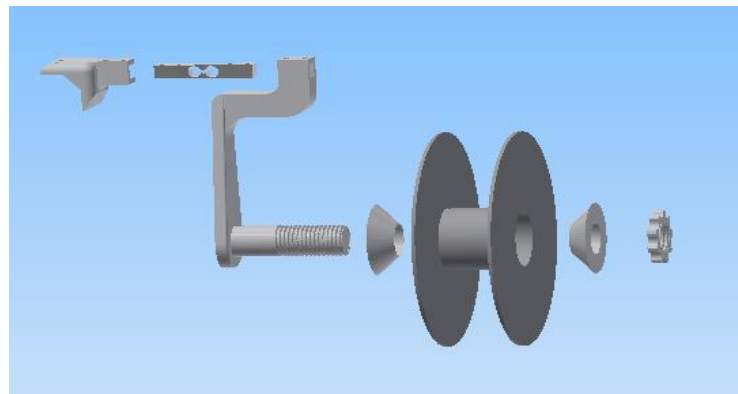
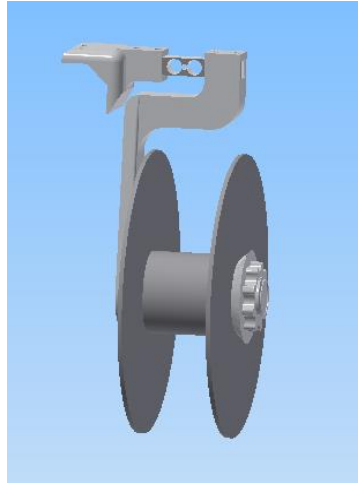
Regulacja temperatury odbywa się za pomocą programowych regulatorów PID. Wzrost temperatury w komorze powodowany jest przez podgrzewany stół oraz głowice drukującą. Stół ma powierzchnię  $0,0441 \text{ m}^2$  co przy jego temperaturze  $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$  podnosi temperaturę wnętrza komory o około  $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  w czasie 1h. W regulacji istotne jest niedopuszczenie do przekroczenia zadanej temperatury.

Wartością wejściową jest wartość temperatury konkretnego czujnika, wartość zadana jest ustala przez użytkownika poprzez odpowiedni ekran menu. Wartością wyjściową jest sygnał PWM służący do wysterowania prędkością obrotową wentylatorów poprzez układ mostka H. Wentylatory zasilane są za pomocą L293D zasilanego napięciem 12V. Mostek H pozwala na płynną regulację prędkości obrotowej wentylatorów.

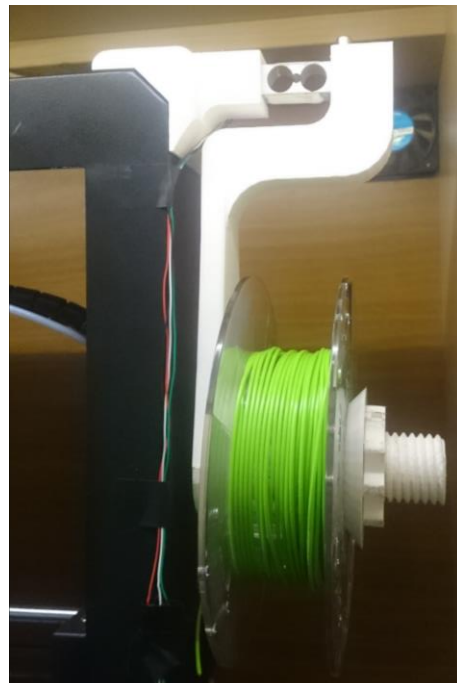
Nastawy regulatorów zostały dobrane eksperymentalnie, obserwując zmianę wartości temperatur.

## 3. Pomiar wagi filamentu

W celu pomiaru wagi filamentu pozostałego na szpuli zaprojektowano uchwyt na szpule, wyposażony w belkę tensometryczną NA27 posiadającą zakres pomiarowy od 0-5kg. W celu pomiaru wartości nacisku na belce tensometrycznej wykorzystano moduł HX711 będący wzmacniaczem operacyjnym wyposażonym w 24-bitowy konwerter ADC. Części uchwytów zostały wydrukowane z materiału PLA.



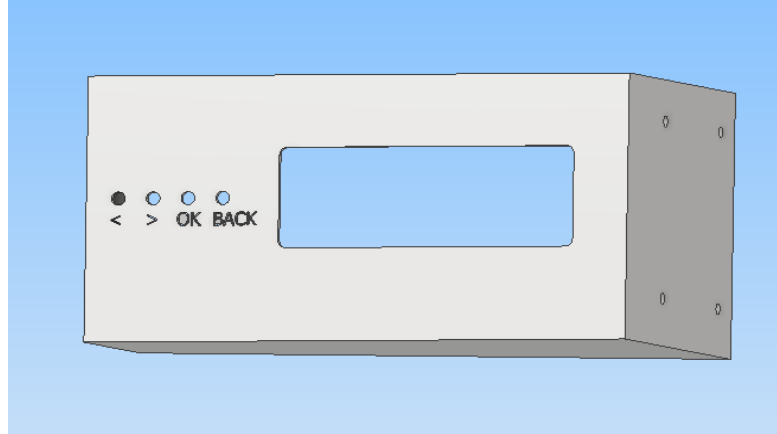
Rys.3. Model uchwyty



Rys.4. Gotowy uchwyt z zamontowaną belką tensometryczną

## 4. Wyświetlacz

Wyświetlacz obsługiwany jest za pomocą komunikacji I<sup>2</sup>C (TWI) poprzez moduł PCF8574. W celu obsługi menu wykorzystywane są 4 przyciski typu tact. Wydrukowano także obudowę wyświetlacza pozwalającą na montaż przycisków.



Rys.5. Model obudowy wyświetlacza



Rys.6. Dostępne ekrany MENU

## 5. Zasilanie

Do zasilania mikrokontroler, oświetlenia led, wentylatorów, wyświetlacza wykorzystano komputerowy zasilacz ATX, dostarczający napięcie 12V oraz 5V.

### Dalsze plany rozwojowe:

- Wygłuszenie komory za pomocą pianki ognioodpornej
- Zastosowanie czujników dymu, płomienia wewnątrz komory, które pozwolą na awaryjne wyłączenie drukarki w przypadku wystąpienia ognia.
- Zastosowanie filtrów przeciwpylowych na wentylatorach

- Budowa wyciągu oparów, podłączonego do wentylacji mieszkania
- Zastosowanie komputera Raspberry PI wraz z oprogramowaniem Octoprint w celu sterowania zdalnego parametrami druku
- Wyposażenie Raspberry PI w kamerę internetową w celu zdalnego monitoringu.

