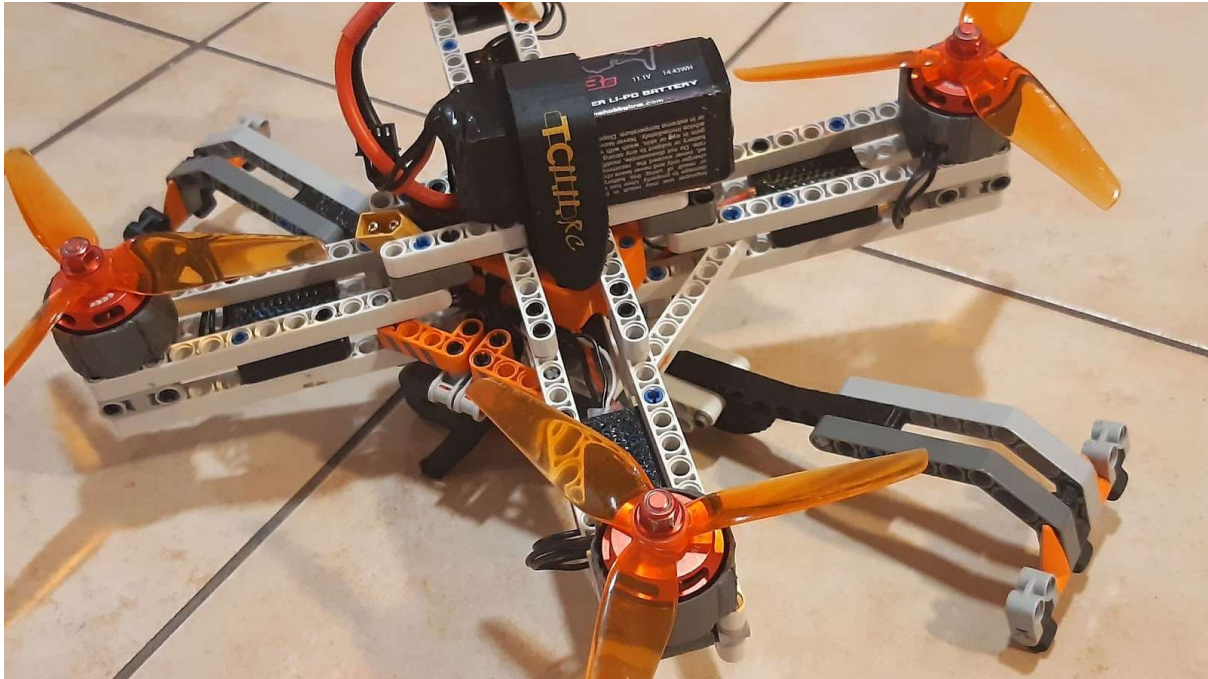


Lego Cargo Drone



zdjęcie- projekt drona lego wykonany fizycznie

Celem projektu było stworzenie statku latającego z użyciem elementów konstrukcyjnych LEGO na potrzebę rozwiązania problemu transportowania przesyłek ,oraz udowodnienie konceptu możliwości funkcjonowania takiego robota w życiu codziennym. Projekt został zrealizowany w dwuosobowym składzie projektowo-programistycznym przez studentów Dawida Socholika, oraz Jakuba Jurzaka.

1. Koncept

Pierwszym krokiem było podjęcie decyzji w sprawie doboru konstrukcji drona, oraz komponentów dopasowanych do zadania pełnionego przez drona. Począwszy od konstrukcji latającej, następnie poruszając kontroler lotu, oraz elektronikę z lotem związaną, kończąc na mechanizmie podnoszenia paczek. Sporządzono tabelę na potrzeby znalezienia rozwiązania problemów.

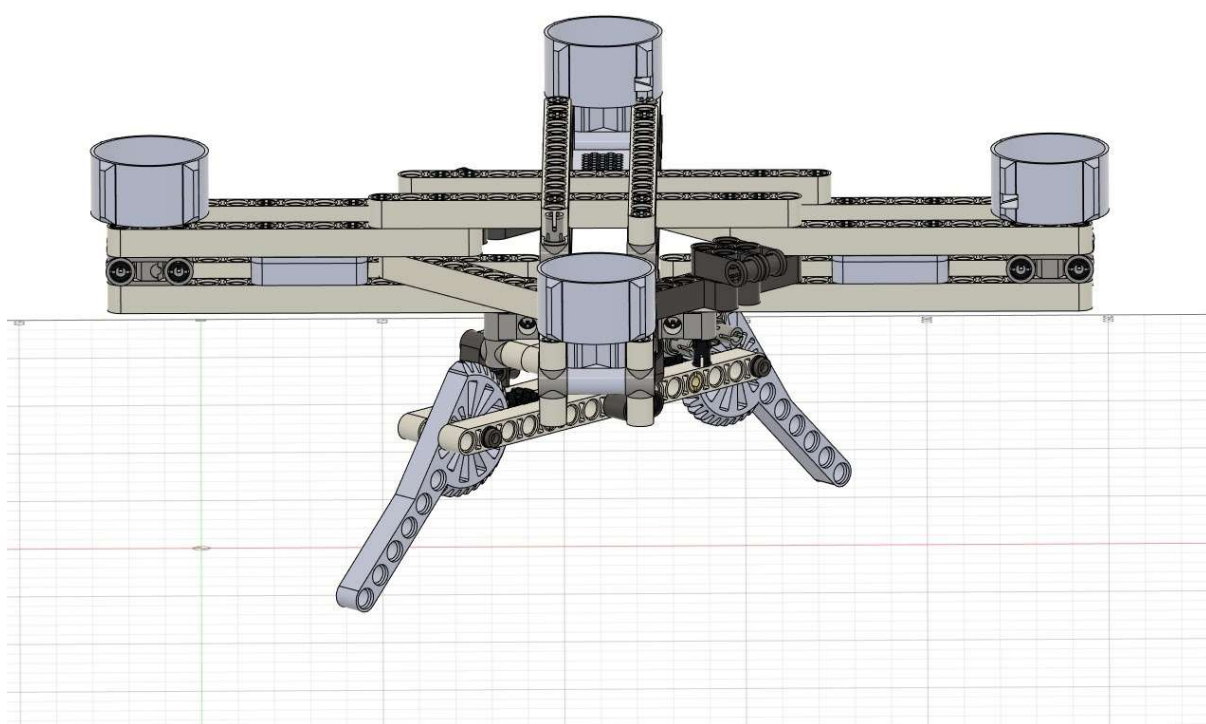
Tabela Morfologiczna

| / | Problem | 1 Rozwiązanie | 2 Rozwiązanie | 3 Rozwiązanie |
|---|---------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | Konstrukcja | helikopter | Quadrocopter | Bikopter |
| | | Utrudnione manewrowanie | Wysoka manewrowość | Dobra manewrowość |
| | | Skomplikowana konstrukcja | Prosta konstrukcja | Skomplikowane sterowanie |
| 2 | Kontroler lotu | arduino | dedykowany FC | Rassbery PI |
| | | mały rozmiar | Szybki procesor | duża moc obliczeniowa |
| | | wolny procesor | Mały rozmiar | Duża waga |
| 3 | Silniki nośne drona | Silniki Szczotkowe | Silniki Bezsztotkowe | Silniki bezszczotkowe DC |
| | | Duża moc | Wysokie obroty | Mała moc |
| | | Krótką żywotność | Dużą wydajność | Małą masę |
| 4 | Silniki chwytaka | Serwomotor | Silnik Bezsztotkowy | Silnik Szczotkowy |
| | | Dokładny obrót | Wysokie obroty | Niskie obroty |
| | | Mała moc | Duża moc | Duża moc |

| | | | | |
|---|----------------------|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| 5 | Materiał druku 3D | PET-G | PC | PLA |
| | | łatwy druk/tani | ciężki wydruk/drogi | łatwy wydruk |
| | | średnia wytrzymałość | duża wytrzymałość | mało wytrzymały |
| 6 | Śmigła kąt natarcia | niski kąt | średni kąt | wysoki kąt |
| | | wysoki niski moment obrotowy | niskie zużycie energii do udźwigu | duże zużycie energii |
| | | mały maksymalny udźwig | średni niski moment obrotowy | duży udźwig |
| 7 | Program sterujący FC | ArduPilot | BetaFlight | MultiWii |
| | | możliwość lotu w pełni autonomicznych | brak cech autonomicznych | duża możliwość personalizacji kodu |
| | | skomplikowana konfiguracja i implementacja | łatwe sterowanie | ciężko wykalibrować |

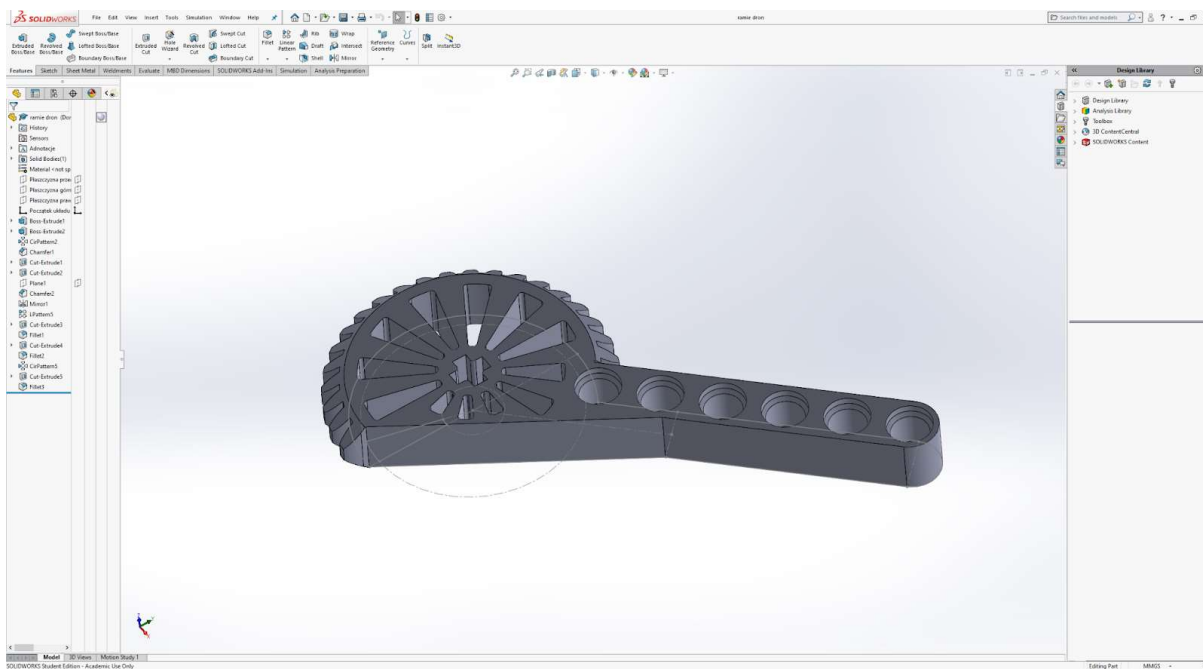
2. Projekt 3D

Projektowanie zaczęliśmy od strostruowania projektu w programie do projektowania przestrzennego fusion 360. Do konstruowania użyliśmy udostępnionych nam modeli 3D elementów lego. Szybko się okazało, że potrzebne są nowe elementy, których nie ma nawet w katalogu lego, więc zostały one zaprojektowane przez nas zespół.



Fusion 360 - model złożenia projektu drona

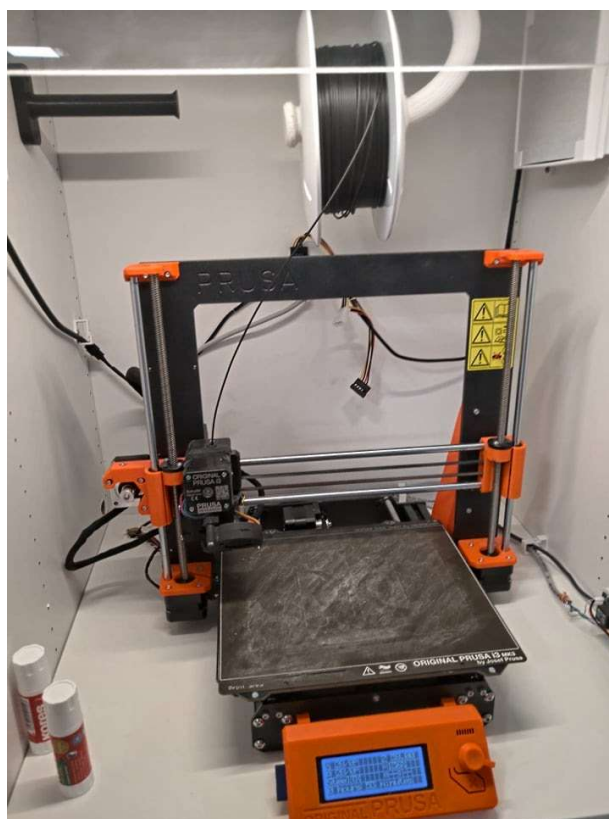
Do zaprojektowania elementów konstrukcyjnych nie będących dostępnymi w katalogu lego użyliśmy oprogramowania Solid Works 2019, ponieważ członkowie naszego zespołu byli już zaznajomieni z tym oprogramowaniem. Części zostały wykonane bazując na wymiarach oraz wyglądzie tradycyjnych części lego, lecz uwzględniając nasze potrzeby techniczne. Taki model został następnie wyeksportowany do rozszerzenia STEP, oraz wysłany do modelu we Fusion.



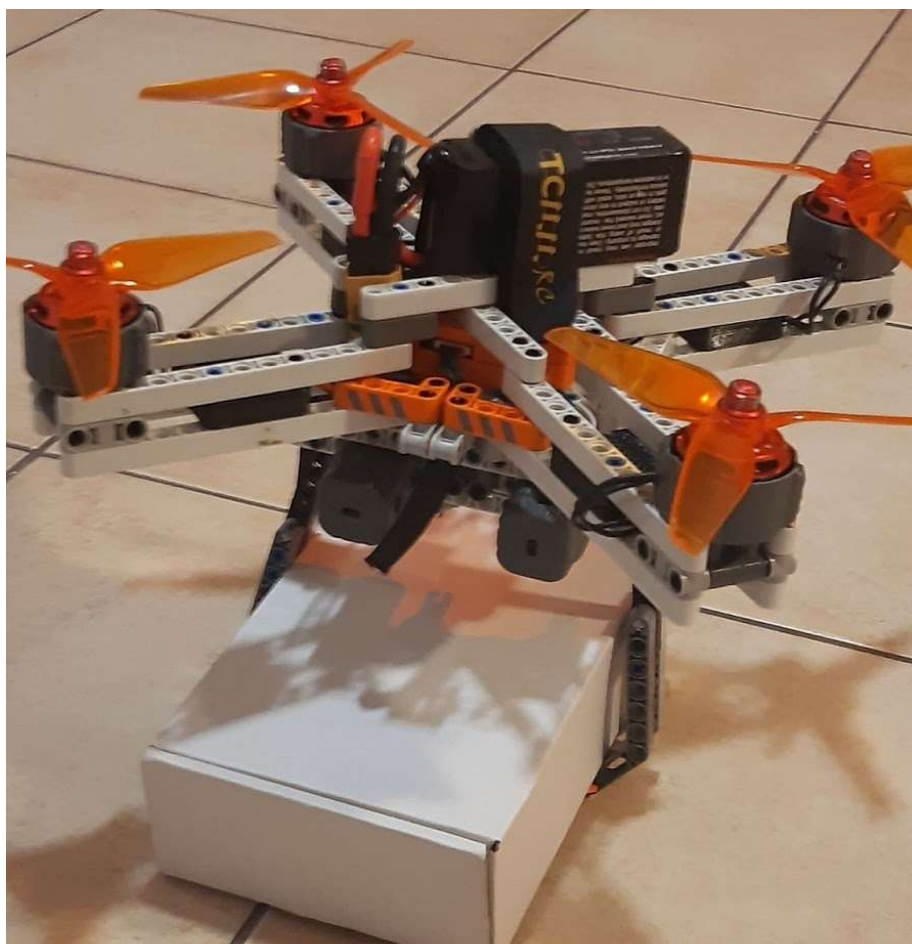
solid edge - zaprojektowana część lego

3.Wykonanie

Po zaprojektowaniu konstrukcji nadszedł czas na wykonanie fizycznego modelu. Tak więc połowa ekipy w postaci jednej osoby zajęła się konstruowaniem maszyny z elementów lego w oparciu o zaprojektowaną konstrukcję, natomiast druga połowa ekipy rozpoczęła wytwarzanie zaprojektowanych nowych elementów w technologii przyrostowej. Mówiąc potocznie elementy zostały wydrukowane na drukarce 3D, z materiału PETG.



Po wydrukowaniu niezbędnych elementów, oraz złożeniu ich razem z wcześniej powstałą konstrukcją uzyskaliśmy fizyczną konstrukcję, którą wcześniej zaprojektowaliśmy cyfrowo.



legodron

```
#include <VL53LOX.h>
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>

VL53LOX sensor1;
VL53LOX sensor2;
Servo silnik1;
Servo silnik2;

int distance = 40;
int paczka = 40;
int wskaznik = 1;
int pac = 0;
int s1 = 1200;
int s2 = 1800;
int st = 1500;

void setup()
{
  pinMode(16, INPUT_PULLUP);
  pinMode(15, INPUT_PULLUP);
  silnik1.attach(14);
  silnik2.attach(13);
  pinMode(12, INPUT);
  pinMode(11, INPUT);
  pinMode(10, INPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
}

void loop()
{
  while (1)
  {
    distance = sensor1.readRangeContinuousMillimeters();
    paczka = sensor2.readRangeContinuousMillimeters();
    if (pac == 0)
    {
      if (distance - paczka > 30)
      {
        while( digitalRead(12) == LOW && digitalRead(11) == LOW)
        {
          silnik1.writeMicroseconds(s1);
          silnik2.writeMicroseconds(s2);
          wskaznik = paczka + 10;
        }
        silnik1.writeMicroseconds(st);
        silnik2.writeMicroseconds(st);
        pac = 1;
        delay(5000);
      }
    }
    if (paczka == 1)
    {
      if (distance >= wskaznik)
      {
        while( digitalRead(10) == LOW && digitalRead(9) == LOW)
        {
          silnik1.writeMicroseconds(s2);
          silnik2.writeMicroseconds(s1);
        }
        silnik1.writeMicroseconds(st);
        silnik2.writeMicroseconds(st);
        pac = 0;
        delay(5000);
      }
    }
  }
}
```

screenshot - arduino IDE

Na podstawie dwóch czujników TOF chwytak oceniał odległość drona do podłoża, oraz czy paczka znajduje się w przestrzeni chwytania. W momencie ,gdy odpowiednie warunki zostały spełnione paczka została schwytana, a dron mógł spokojnie lecieć w kolejne wskazane miejsce. Ponadto dzięki zastosowaniu dwóch czujników odległości dron mógł lądować używając swojego chwytaka jako podwozia, oczywiście w specjalnym przeznaczonym do lądowania położeniu ramion.

5. Wyniki

Ukończony projekt został przetestowany w różnych warunkach wraz z różnymi rozmiarami przesyłek podpiętymi do drona. Po wyregulowaniu i skomplikowanej konfiguracji charakterystyki manewrowości drona były znakomite, co było zgodne z naszymi założeniami.



Fragment Filmu - latający dron przenoszący przesyłkę

Ponadto zauważony został istotny problem, który uzależnia wielkość drona do rozmiaru przesyłek które może unieść. W przypadku przesyłek o dość dużej powierzchni poprzecznej pudełka wydajność silników drastycznie malała, ponieważ powietrze zaciągnięte przez silniki wytraca energię na paczce trzymanej przez drona. Zatem niezależnie od masy takiej paczki lot stawał się trudny, wręcz niewykonalny.

Jednak sam w sobie projekt uznany został z twórców jako sukces, ponieważ zostały zrealizowane założenia, oraz wyniki były pozytywne.