

E(x)plory

**RAKIETA Z KONTROLĄ WEKTORA CIĄGU -
PAKIET EDUKACYJNY DLA SZKÓŁ ŚREDNICH.**



**AUTOR/AUTORZY
PROJEKTU:**

Alan Soliński
Mateusz Pietrzak
Szymon Januszek

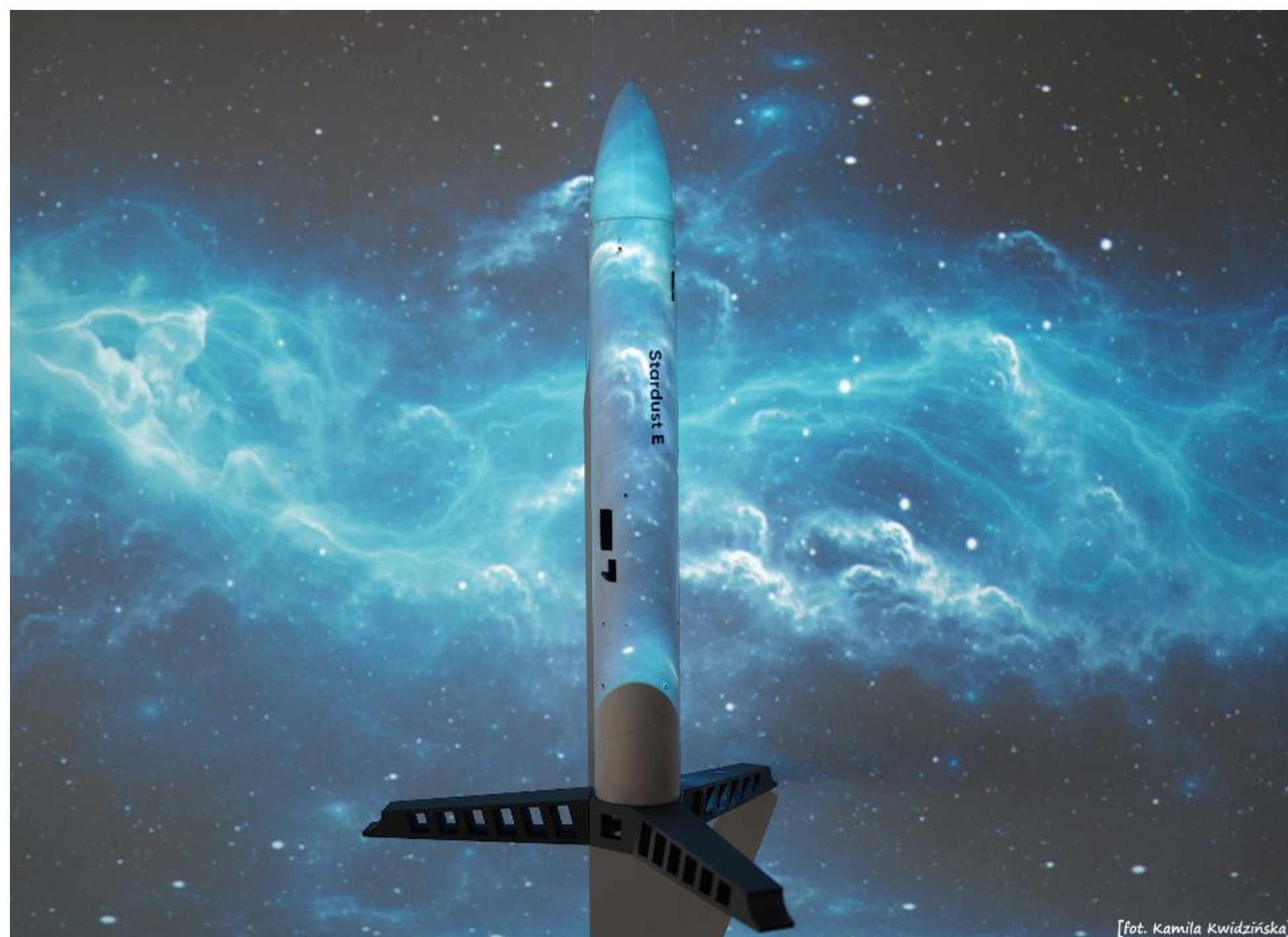
OPIEKA NAUKOWA:

Anna Rzepa

SZKOŁA:

III LO w Gdyni im. Marynarki Wojennej RP



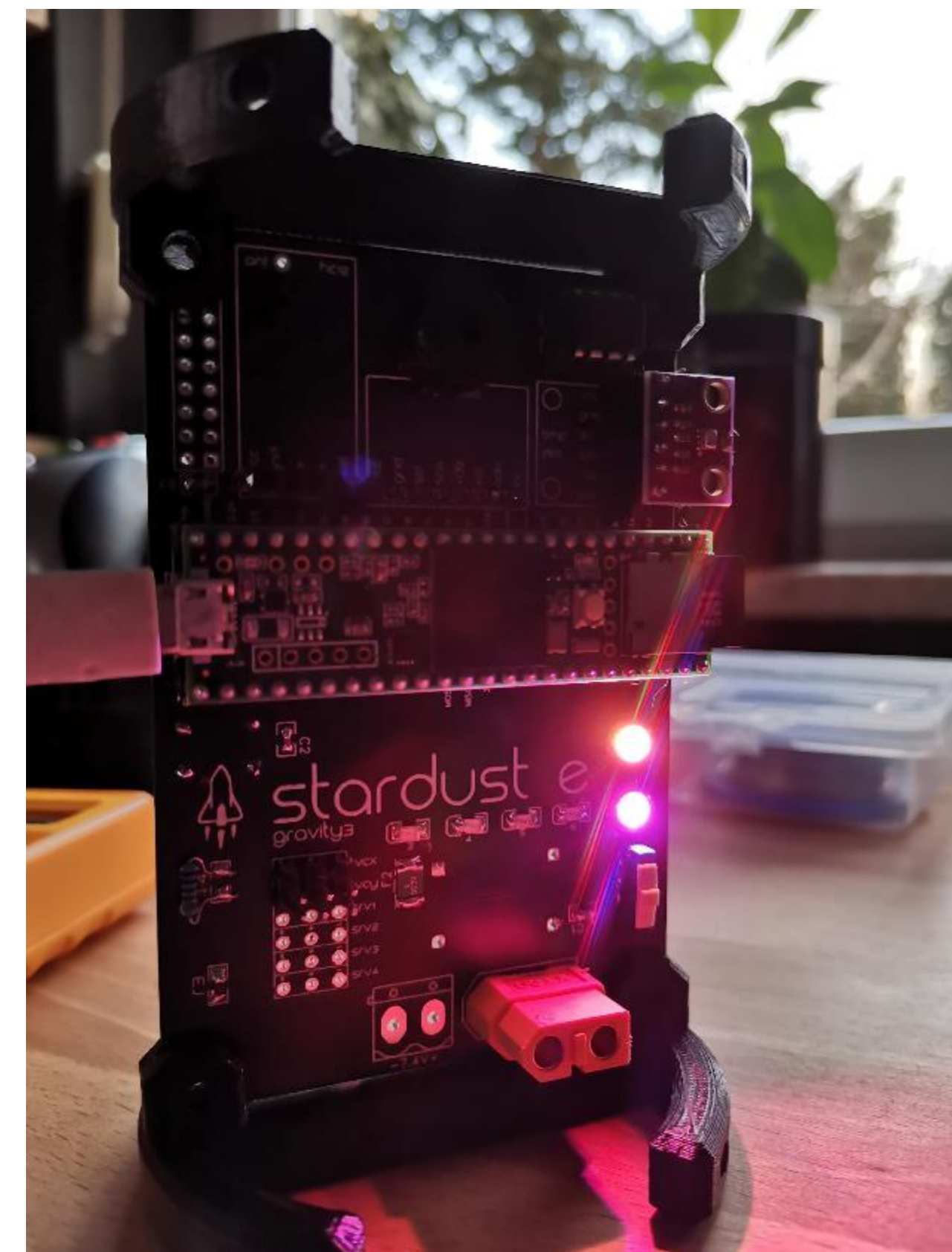


Pierwszy etap naszego projektu, który dobiegł już końca, składał się z opracowania technologii, zbudowania prototypu i przeprowadzenia testów umożliwiających sprawdzenie czy wszystkie komponenty poprawnie ze sobą współdziałają.





Mózgiem naszej rakiety jest komputer lotu – Stardust - oparty o płytkę Teensy 3.5, ze względu na niezwykle szybki i uniwersalny mikrokontroler. Na jego PCB znalazł się żyroskop i akcelerometr, czujnik ciśnienia i temperatury, moduł radiowy, pamięć awaryjna EEPROM, zabezpieczona sekcja zasilania i porty PWM do sterowania modułem kontroli wektora ciągu oraz otwarciem spadochronu. Komputer zamontowany został w zaprojektowanych przez nas, wydrukowanych w 3D uchwytach. Na zdjęciu widać komputer Stardust E.





Jednym z najważniejszych aspektów naszego projektu jest kontrola wektora ciągu. Ta technika umożliwia naszej rakiecie zachowanie pionu poprzez sterowanie kątem silnika. Potrzebowaliśmy wielu iteracji, aby uzyskać niezawodny design.



E(x)plory

System otwierania spadochronu



Tworząc system otwarcia spadochronu przede wszystkim dążyliśmy do pełnej rezygnacji z popularnych rozwiązań pirotechnicznych przy jednoczesnym zachowaniu pełnej niezawodności. Ostateczny design oparty jest o zwalniany przez serwo mechanizm sprężynowy. Ostateczna wersja systemu jest również efektem licznych iteracji i testów. W wypadku tego modułu, jak i całego projektu technologia druku 3D była niezwykle przydatna i praktyczna.





Platforma startowa została stworzona w celu zapewnienia rakiecie stabilnego startu.

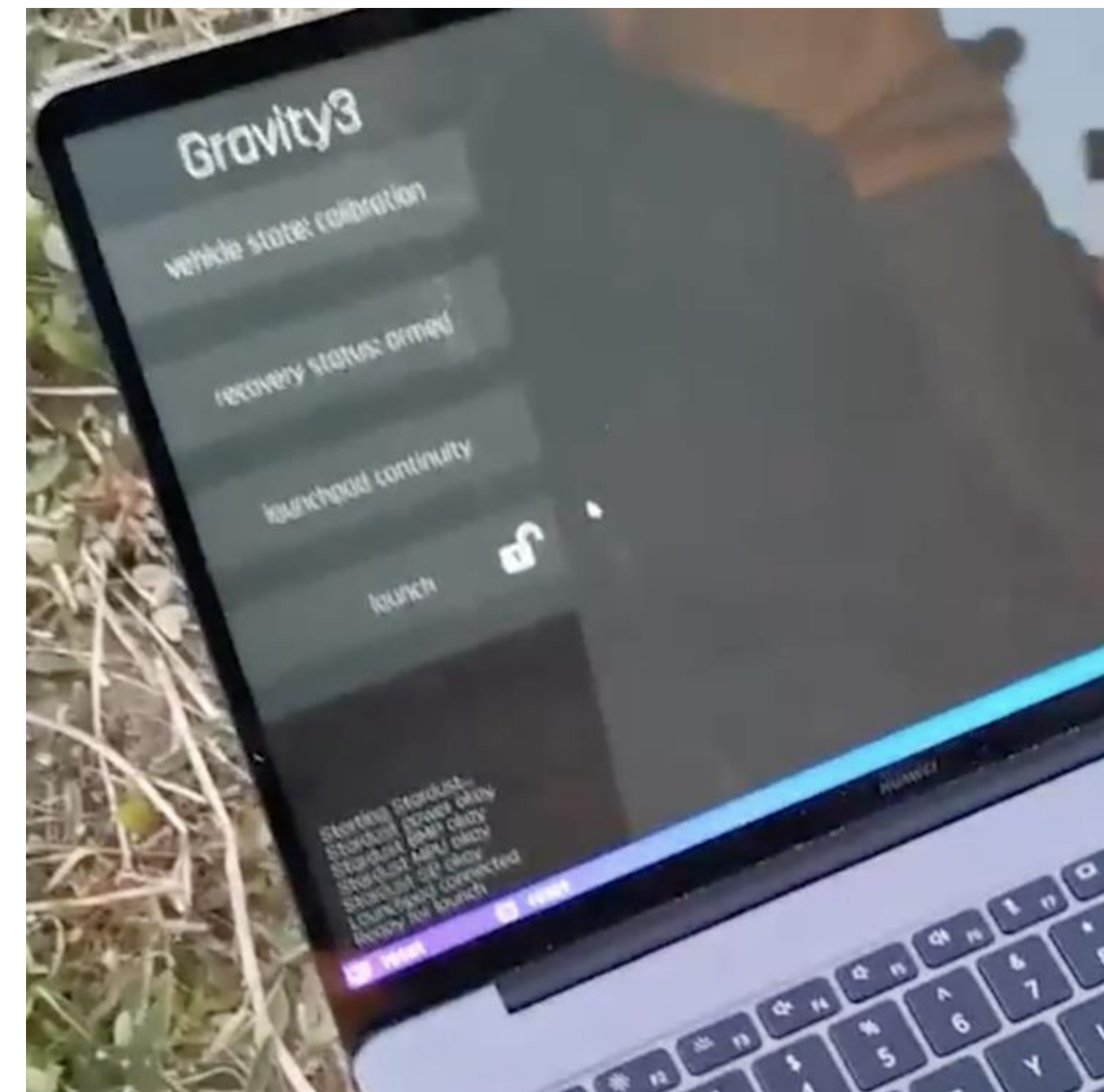
Platforma stanowiła jeden z trzech połączonych ze sobą węzłów systemu komunikacji bezprzewodowej.

Wbudowana elektronika i komunikacja radiowa pozwalała także możliwość zachowania bezpiecznej odległość od miejsca wystrzału.





Rolę stacji naziemnej pełniła płytko odbierająca dane z platformy startowej i komputera lotu, przesyłając je następnie przez port USB do laptopa, na którym uruchomiony był nasz program napisany w języku Java, służący do kontroli komputera lotu oraz wizualizacji danych telemetrycznych.





```
#include <Arduino.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
#include "MPU6050_6Axis_MotionApps20.h"
#include <TimeLib.h>
#include <servo_control.h>
#include <TrivialKalmanFilter.h>
#include <log.h>
#include <radio.h>
#include <tunes.h>
#include <pins.h>
#include <led_patterns.h>
#include <Geometry.h>
#include <eeprom_log.h>
#include <PID_v1.h>
#include <button_handler.h>

#define SOFTWARE_VERSION "v1.8_27.04"
#define SCB_AIRCR (*(volatile uint32_t *)0xE000ED0C) // Application Interrupt and Reset Control location
#define AMBIENT_PRESSURE 1013
#define TVC_LINEAR_SENS 1

//=====BARO_FILTER=====
#define DT_COVARIANCE_RK 0.4
#define DT_COVARIANCE_QK 0.01
TrivialKalmanFilter<float> filter(DT_COVARIANCE_RK, DT_COVARIANCE_QK);

//=====DEVICES=====

Adafruit_BMP280 bmp;
Adafruit_Sensor *bmp_temp = bmp.getTemperatureSensor();
Adafruit_Sensor *bmp_pressure = bmp.getPressureSensor();
MPU6050 mpu;
LEDZ lights;
TVC tvc;
RECOVERY parachute;
LOGGER loog;
EepromLog eelog(64000,0x50,Wire1);
RADIO radio;
```

Stworzenie niezawodnego, szybkiego i dopracowanego oprogramowania komputera lotu było niemałym wyzwaniem. Działanie komputera lotu, zatem i rakiety, podzielić można na dwie części. Pierwszą - otwarty blok zawierający całą checkliście startową, kalibrację sensorów, komunikacji i systemu odzyskiwania. W momencie wysłania przez stację naziemną sygnału do odpalenia silnika firmware Stardusta przechodził w tryb closed loop, gdzie kolejno odczytywał dane z sensorów, analizował je, aplikował korekcję toru lotu, zapisywał zebrane dane i je nadawał do stacji naziemnej. Oprogramowanie przeszło dziesiątki testów. Szczególnie wymagała ich logika służąca do wykrywania faz lotu.

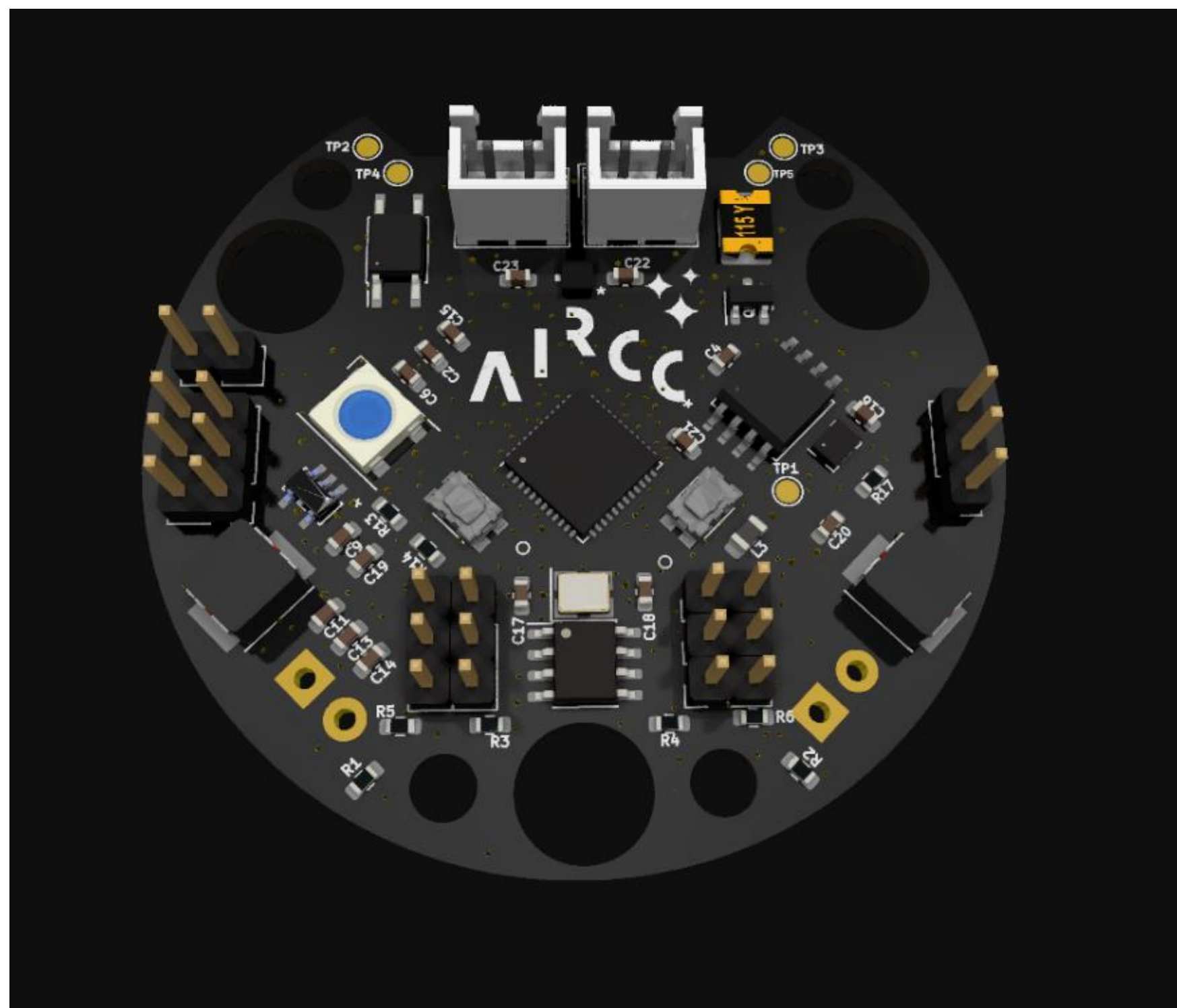




Chcąc potwierdzić działanie wszystkich systemów przeprowadziliśmy lot testowy. Krótki czas działania komercyjnie dostępnego silnika spowodował, że nasza rakieta nie osiągnęła satysfakcjonującej wysokości. Była to wysokość wystarczająca do przetestowania wszystkich systemów oraz logiki komputera lotu. Mechanizm kontroli wektora ciągu zadziałał, poprawnie wykryte zostało wejście w fazę spadania i wyrzucony został spadochron. Wszystkie założenia misji zostały wypełnione.

Skontaktowaliśmy się już z pracownikami Polskiego Towarzystwa Raketowego, którzy są gotowi udostępnić nam lepsze silniki, które pozwolą nam dokładniej przetestować nasz system.





W pierwszym etapie projektu stworzyliśmy komputer Stardust. Był on jednak prostym i prototypowym rozwiązaniem.

Aby uczynić nasz pakiet jeszcze bardziej niezawodnym i prostym w wykorzystaniu zaprojektowaliśmy nowy komputer - AIRCC.

AIRCC jest od swojego poprzednika potężniejszy, bardziej wszechstronny, niezawodny i tańszy. Usprawniliśmy właściwie każdy aspekt jego działania. Na jego PCB znajdują się sensory środowiskowe - czujnik temperatury i ciśnienia oraz akcelerometr.

Dane zapisywane są na chip FLASH o pojemności 16 Mb oraz na kartę SD. AIRCC posiada również 2 kanały PWM do sterowania mechanizmem kontroli wektora ciągu oraz 2 kanały pirotechniczne, przystosowane do wysokiego prądu, wyposażone w zaprojektowaną przez nas logikę wykrywania ciągłości obwodu.





Dostrzeżliśmy przyszłość dla naszego systemu jako narzędzia edukacyjnego dla szkół średnich.

Tworzymy rozwiązanie, które pozwoli połączyć praktykę z teorią w sposób skuteczny oraz doświadczalny, w celu zainteresowania młodych ludzi inżynierią kosmiczną. Odtworzenie naszego projektu stanowiłoby bardzo cenny, w systemie edukacji opartym na teorii, praktyczny wgląd w wiele aspektów elektroniki, inżynierii mechanicznej i fizyki. Przygotowaliśmy już w konsultacji z nauczycielami fizyki zarys lekcji opartych o nasz projekt.

Aby móc jeszcze bardziej udoskonalać nasze rozwiązania, nawiązujemy współpracę z Polskim Towarzystwem Rakietowym. Pozwoli to nam na przeprowadzenie dużej ilości wnikliwych testów, przygotowujących nasz system do implementacji w rzeczywistości edukacyjnej.





Projekt został przez nas przeanalizowany pod kątem przygotowania scenariuszy lekcji z fizyki i spójności z podstawą programową w szkołach średnich. Po konsultacji z nauczycielami tego przedmiotu dostrzegliśmy bezpośrednie powiązania z działami, takimi jak dynamika i energia mechaniczna. Ważnym aspektem edukacyjnym może być również budowanie przez uczniów własnego oprogramowania dla komputera lotu.

