



# Opracowanie systemu do badań dynamiki wzdłużnej i poprzecznej samochodu

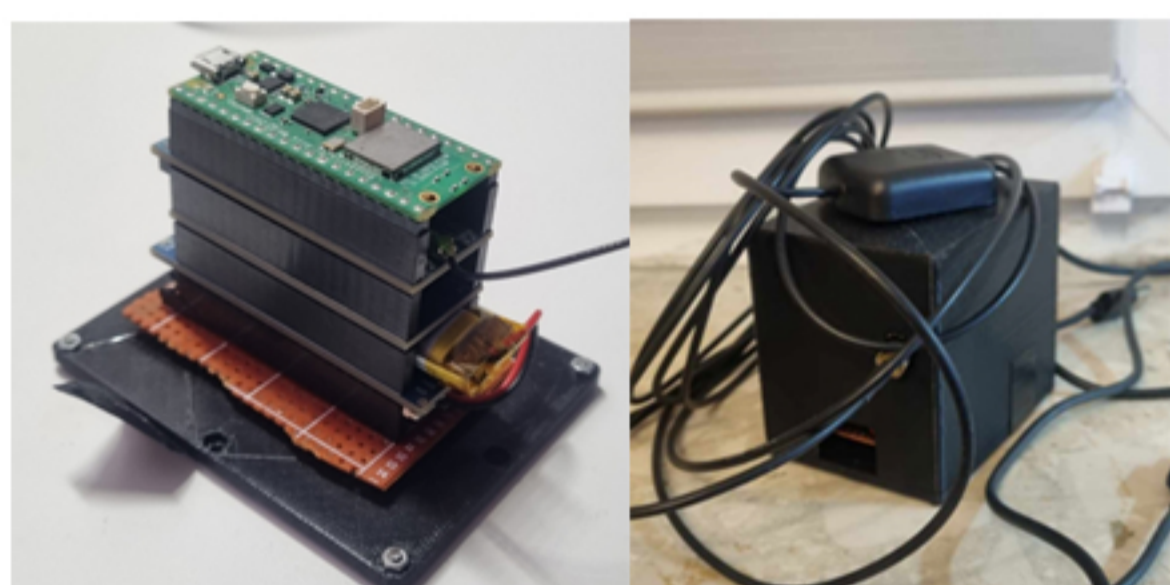
praca inżynierska

Autor: inż. Filip Żelaźnicki

Promotor: mgr inż. Mateusz Brukowski

## Cel pracy

Celem pracy było zaprojektowanie systemu pomiarowego, który umożliwi badanie dynamiki wzdłużnej i poprzecznej pojazdu. System ten, oparty na technologii Internetu rzeczy, pozwala na łatwą rejestrację danych i ich późniejsze analizowanie dzięki dedykowanej aplikacji. Projekt wyróżnia się niską ceną oraz możliwością rozbudowy o dodatkowe czujniki.



Rys. 1 Urządzenie rejestrujące po lewej bez górnej części obudowy, po prawej z pełną obudową

## Struktura systemu

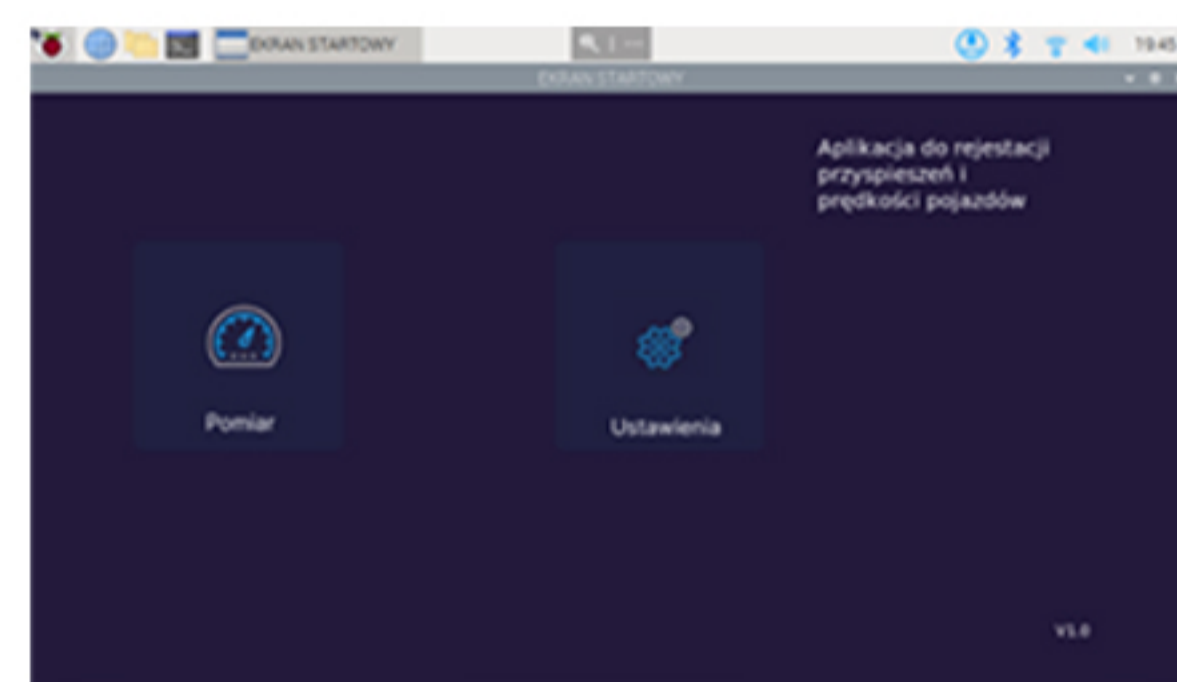
System pomiarowy składa się z dwóch urządzeń. Pierwsze z nich oparte jest na jednopłytkowym komputerze Raspberry Pi 4. Służy ono do wizualizacji danych pomiarowych i ich zapisu. Jego ergonomiczny kształt i ekran dotykowy zapewnia wygodne korzystanie z urządzenia. Kolejnym elementem jest Raspberry Pi Pico wraz z dołączonymi nakładkami z czujnikami, które odpowiadają za rejestrację przyspieszeń, prędkości kątowych i dodatkowo prędkości liniowej, poprzez nadajnik GPS. Kryteriami wyboru czujników i systemu GPS był możliwie jak najlepszy stosunek jakości do ceny. Urządzenia te mają porównywalną dokładność pomiaru do kilkukrotnie droższych profesjonalnych rozwiązań. Aby oba systemy mogły działać bez zewnętrznego źródła zasilania, wyposażono je w zasilanie baterijne. Wykonano obliczenia z których wynika że urządzenie rejestrujące jest w stanie być używane przez 8 godzin na zasilaniu baterijnym, a urządzenie pomiarowe około 4 godzin.



Rys. 2 Gotowy system pomiarowo-rejestrujący

## Oprogramowanie

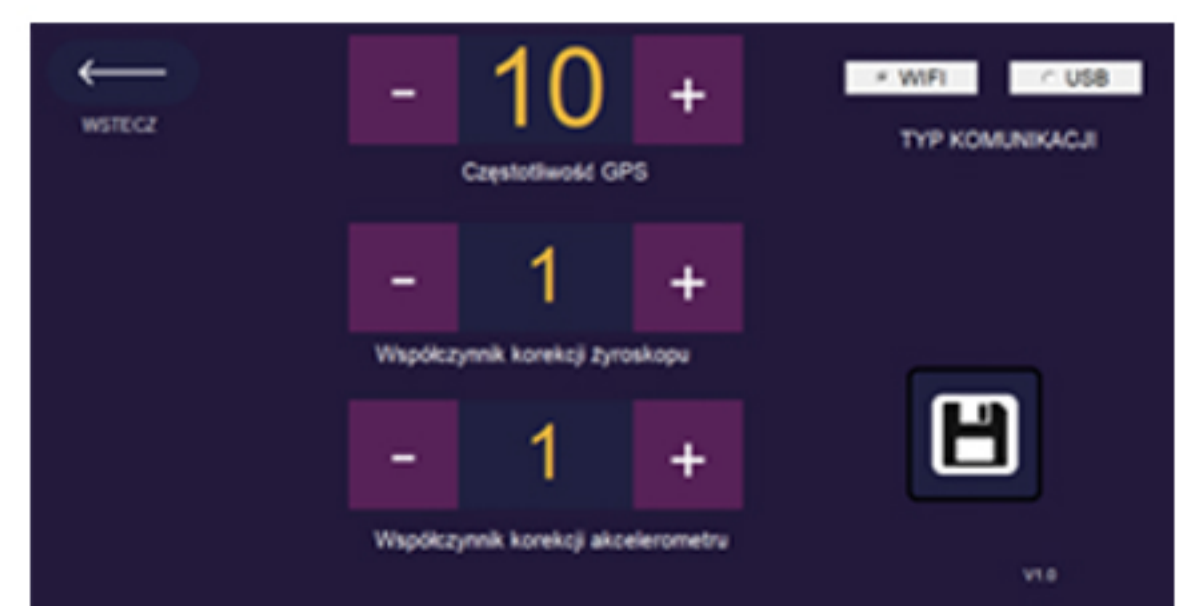
Do umożliwienia poprawnej pracy urządzeń napisano oprogramowanie na każde z dwóch urządzeń. Do Raspberry Pi Pico został napisany program w języku micropython, który jest specjalną wersją języka Python na mikrokontrolery. Prosta składnia języka i gotowe biblioteki umożliwiają szybkie tworzenie oprogramowania. Na Raspberry Pi 4 została napisana aplikacja z interfejsem graficznym w języku Python. Korzystając z biblioteki tkinter stworzenie interfejsu użytkownika mogło być wdrożone sprawnie, a dalsze poprawki nie wymagały zmian w całym kodzie. Obsługa dotyku również nie sprawiała trudności, ze względu na to że sam system operacyjny odbiera dotyk jako naciśnięcie przycisku myszy. Warto również wspomnieć że aplikacja na Raspberry Pi 4 może działać na dowolnym urządzeniu z systemem Windows, bądź dystrybucją Linuxa. Dzięki czemu dane pomiarowe mogą być przekazywane do innych urządzeń niż urządzenie stworzone w ramach tej pracy.



Rys. 3 Główny ekran aplikacji



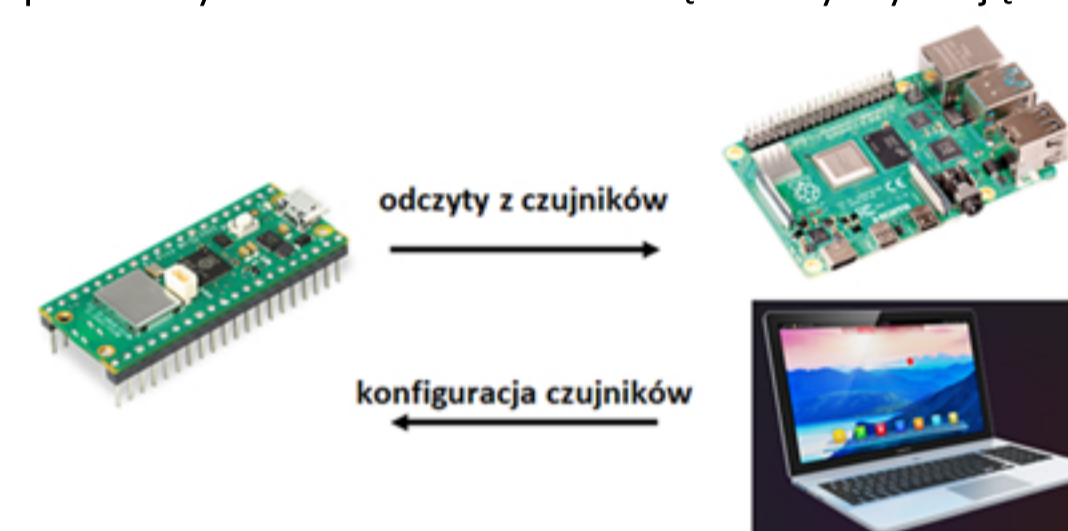
Rys. 4 Ekran pomiarowy aplikacji



Rys. 5 Zakładka ustawień

## Komunikacja

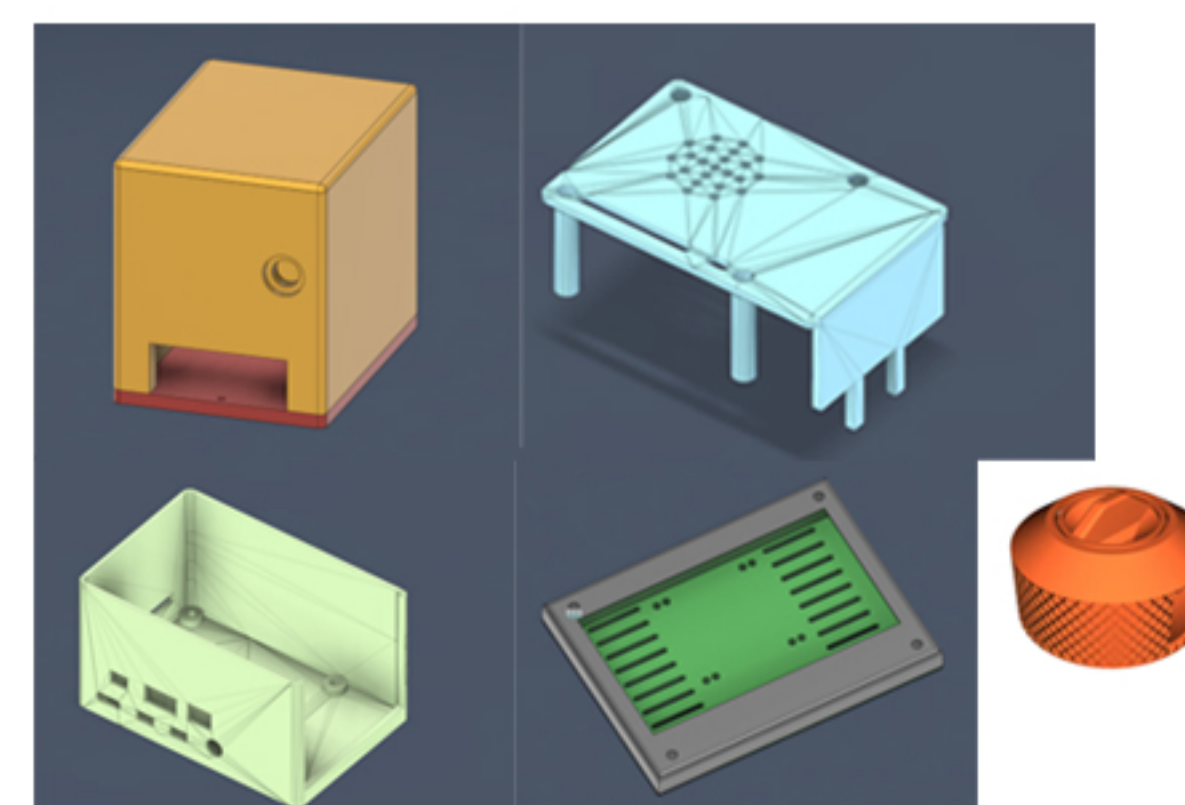
Domyślnie urządzenia komunikują się ze sobą bezprzewodowo poprzez sieć Wi-Fi. Można to zmienić w ustawieniach aplikacji, aby wymusić komunikację przez USB. Aby ograniczyć liczbę przewodów rekomendowane jest używanie urządzeń w trybie bezprzewodowym. Należy również wspomnieć że wykorzystanie obu metod komunikacji jest możliwe niezależnie czy używamy dedykowanego urządzenia powstałego na potrzeby tego projektu, czy wykorzystujemy jest np. laptop z systemem windows bądź dystrybucją linuxa.



Rys. 6 Kierunek przepływu danych

## Technologia druku 3D

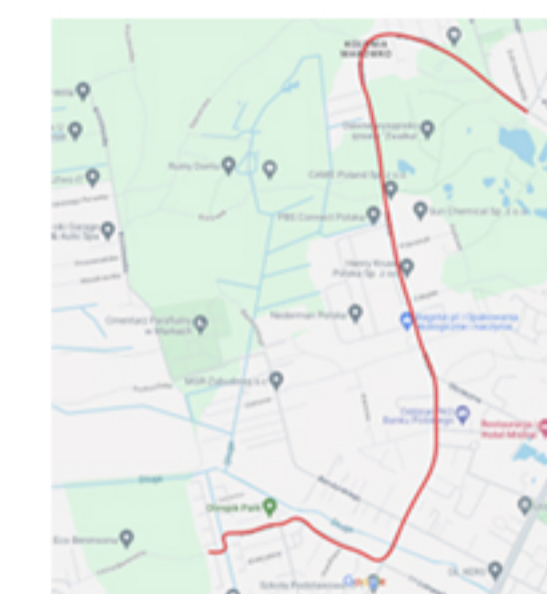
Urządzenia wykorzystane w tym projekcie ze względu na wykorzystanie w pojazdach powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi i wilgocią. Dodatkowo powinny oferować możliwość ergonomicznego korzystania z nich, czy łatwość przytwierdzenia do pojazdu. W tym celu w ramach projektu zostały zaprojektowane obudowy na ekran dotykowy, Raspberry Pi 4 i Raspberry Pi Pico wraz z nakładkami. Obudowy posiadają wszystkie potrzebne otwory na złącza, jak również obudowy mogą być demontowalne. Po stworzeniu projektu obudów, zostały one wykonane w technologii druku 3D. Wykorzystanie materiału jakim jest PLA umożliwia w razie konieczności tanie wytworzenie zamiennych obudów. Dodatkowo wydrukowano z gotowego projektu organizer na przewód antenowy GPS-u, uniemożliwiający jego plątanie.



Rys. 7 Elementy wykonane w technologii druku 3D

## Badania drogowe

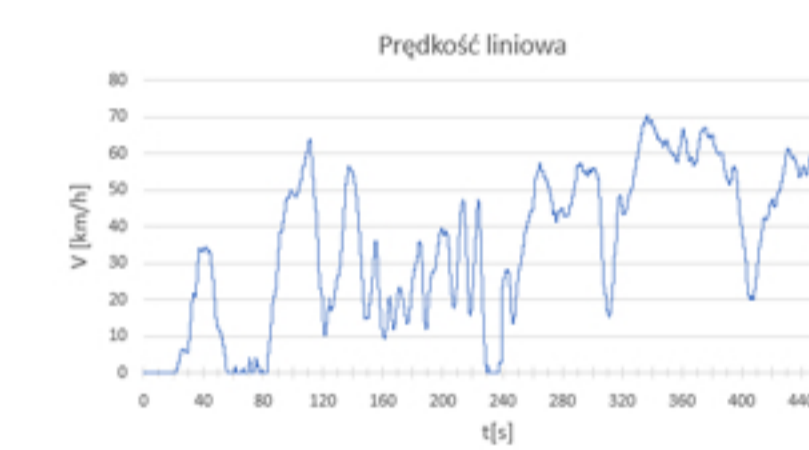
W celu weryfikacji danych pomiarowych zostały przeprowadzone badania drogowe z wykorzystaniem pojazdu Toyota Corolla. Wykonano dwa przejazdy, jeden w kierunku południowym, a drugi w kierunku północnym. Zweryfikowano zmiany prędkości, przyspieszeń oraz prędkości kątowych. Podczas prób drogowych system skutecznie rejestrował dane, a wyniki pomiarów były zgodne z przewidywaniami teoretycznymi. Testy potwierdziły, że zaprojektowany system działa prawidłowo, a uzyskane dane mogą być wykorzystywane do dalszej analizy dynamiki pojazdu w różnych warunkach eksploatacyjnych.



Rys. 8 Trasa pomiaru próbnego



Rys. 9 Przymocowane do samochodu urządzenie rejestrujące



Rys. 10 Wykres prędkości liniowej dla próbnego pomiaru



Rys. 11 Wykres przyspieszenia wzdłużnego dla próbnego pomiaru

## Propozycje dalszego rozwoju systemu

Dodanie fizycznego przełącznika do zmiany trybu z przewodowego na bezprzewodowy

Dodanie większej ilości czujników, czy możliwości odczytu parametrów z magistrali CAN pojazdów

Zaimplementowanie algorytmu Mahony'ego do określenia kątów Eulera, co umożliwi dokładne określenie pozycji pojazdu w przestrzeni.