

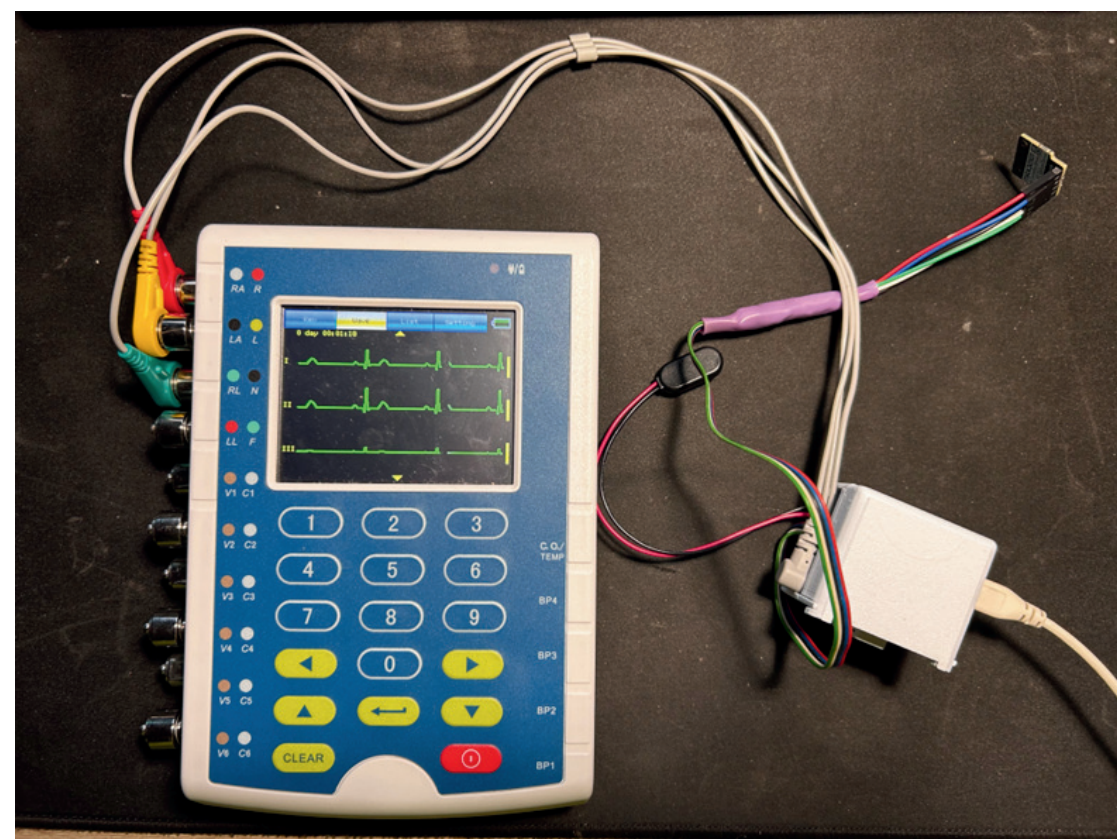
Projekt bezprzewodowego układu do pomiaru sygnałów biomedycznych w kasku rowerowym

Wstęp

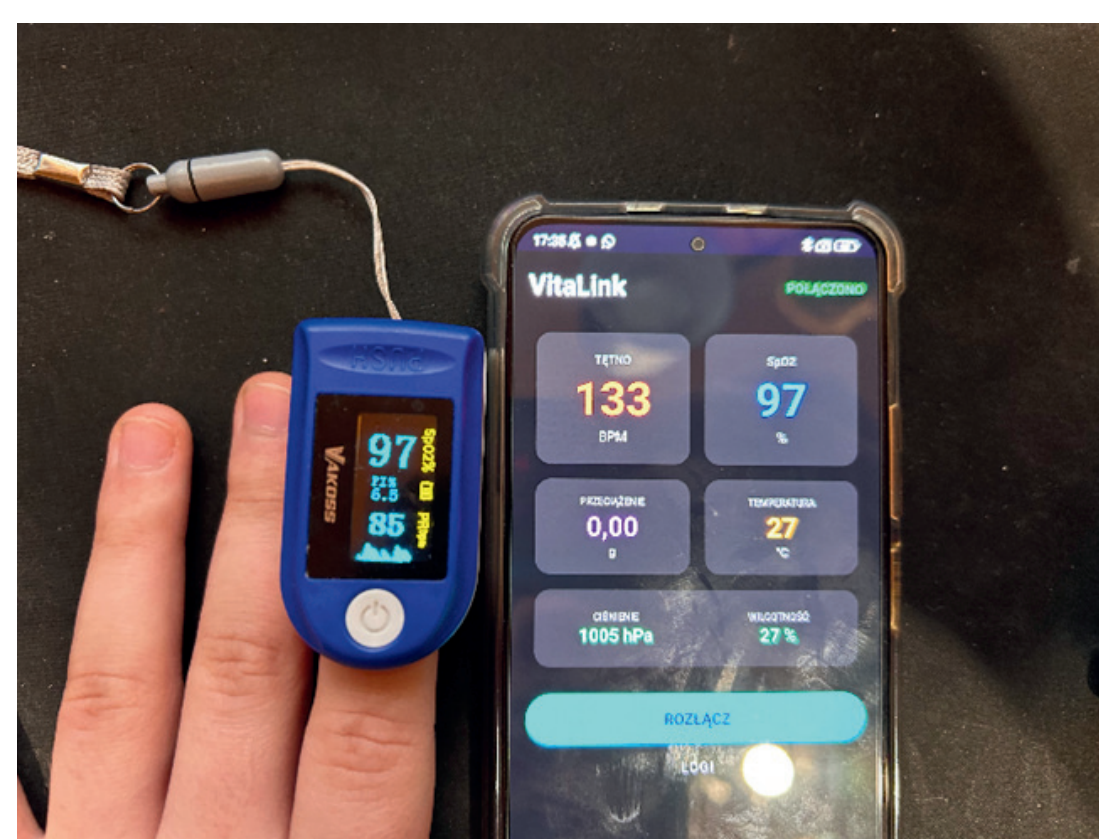
Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie prototypu bezprzewodowego systemu pomiarowego zintegrowanego z kaskiem rowerowym, przeznaczonego do ciągłego monitorowania wybranych parametrów biomedycznych i środowiskowych użytkownika. Zakres realizacji projektu obejmował dobór układów elektronicznych, zaprojektowanie obwodu drukowanego (PCB) oraz modelowanie i druk 3D dedykowanej obudowy. Ponadto zaimplementowano oprogramowanie wbudowane mikrokontrolera oraz autorską aplikację mobilną w środowisku Android, wykorzystującą protokół komunikacyjny Bluetooth Low Energy (BLE) do akwizycji, przetwarzania i wizualizacji danych w czasie rzeczywistym.

Weryfikacja wyników

Dokonano walidacji otrzymanych sygnałów. Tor pomiarowy EKG przebadano z użyciem symulatora sygnałów fizjologicznych MS400, uzyskując poprawne odwzorowanie załamków QRS oraz poprawne pomiary tętna. Pomiar saturacji (SpO2) zweryfikowano poprzez porównanie odczytów z medycznym pulsoksymetrem. Następnie przeprowadzono testy dynamiczne, symulujące ruch głowy podczas jazdy na rowerze. Pozwoliło to na rejestrację i analizę wpływu artefaktów ruchowych na morfologię sygnału EKG, pobieranego z elektrod umieszczonych na czole użytkownika.



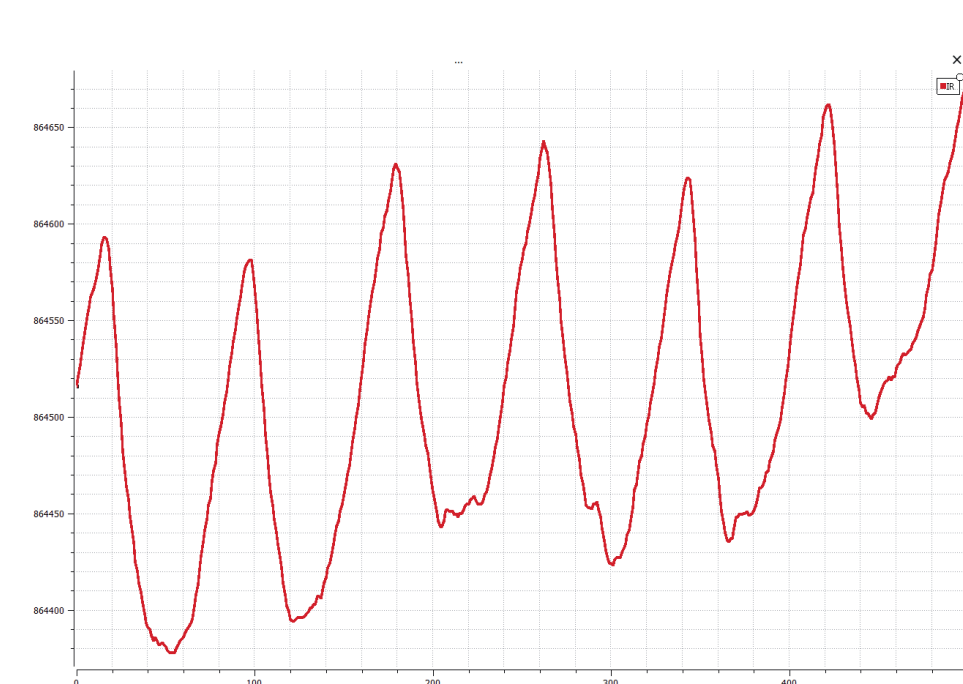
Rys. 5 Układ podłączony do symulatora EKG



Rys. 6 Porównanie odczytów saturacji w aplikacji z komercyjnym pulsoksymetrem



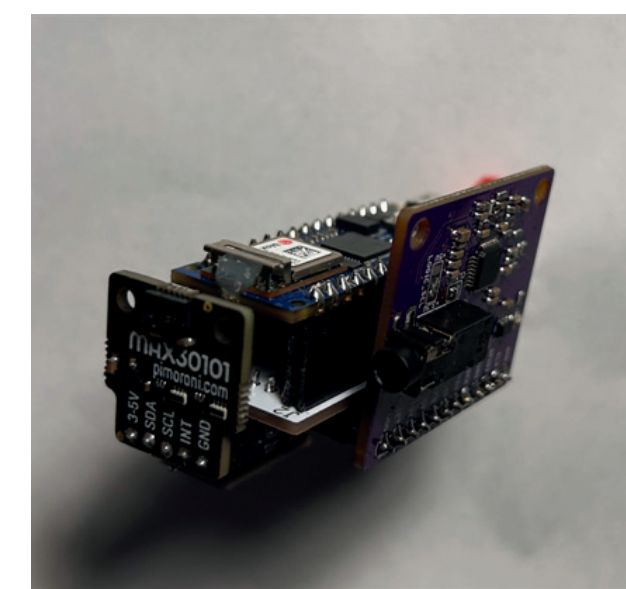
Rys. 7 Przebieg zarejestrowanego elektrokardiogramu z czola



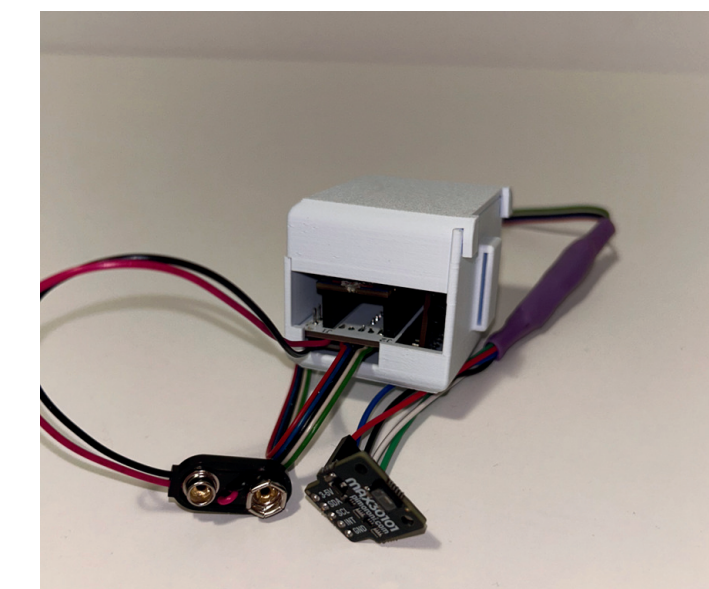
Rys. 8 Przebieg sygnału z fotodiody światła podczerwonego układu PPG umieszczonego na policzku

Architektura i projekt układu

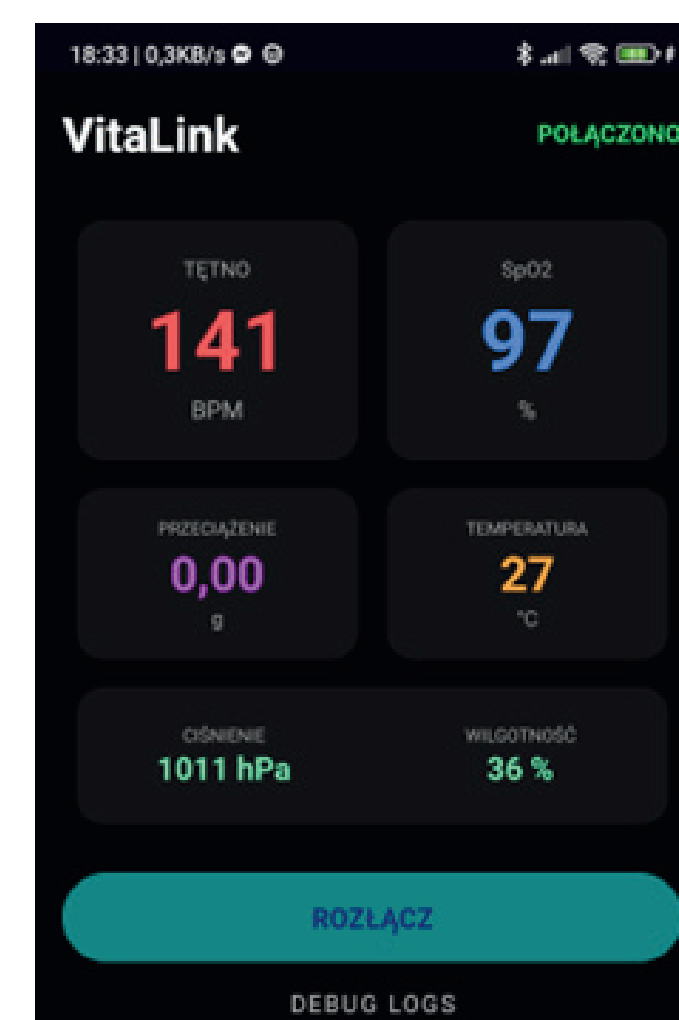
Jednostkę centralną układu stanowi mikrokontroler Arduino Nano 33 IoT, realizujący zadania akwizycji i bezprzewodowej transmisji danych. Tor pomiarowy sygnału elektrokardiograficznego (EKG) zrealizowano za pomocą układu ADS1292R. Do rejestracji sygnału fotopletyzmograficznego (PPG), umożliwiającego wyznaczenie saturacji krwi tlenem (SpO2), zastosowano zintegrowany moduł MAX30101. Architekturę sprzętową rozbudowano o czujnik środowiskowy BME280 oraz wbudowany w Arduino akcelerometr. Sensory zostały umieszczone na autorskiej płytce PCB zaprojektowanej w Altium Designer. Zaprojektowano również obudowę dla układu w programie SOLIDWORKS, a następnie wydrukowano w technologii FDM. Zgromadzone dane przesyłane są za pomocą interfejsu Bluetooth Low Energy do autorskiej aplikacji mobilnej, która odpowiada za wizualizację otrzymanych danych oraz implementuje algorytm detekcji upadku na podstawie analizy zmian wektora przyspieszenia.



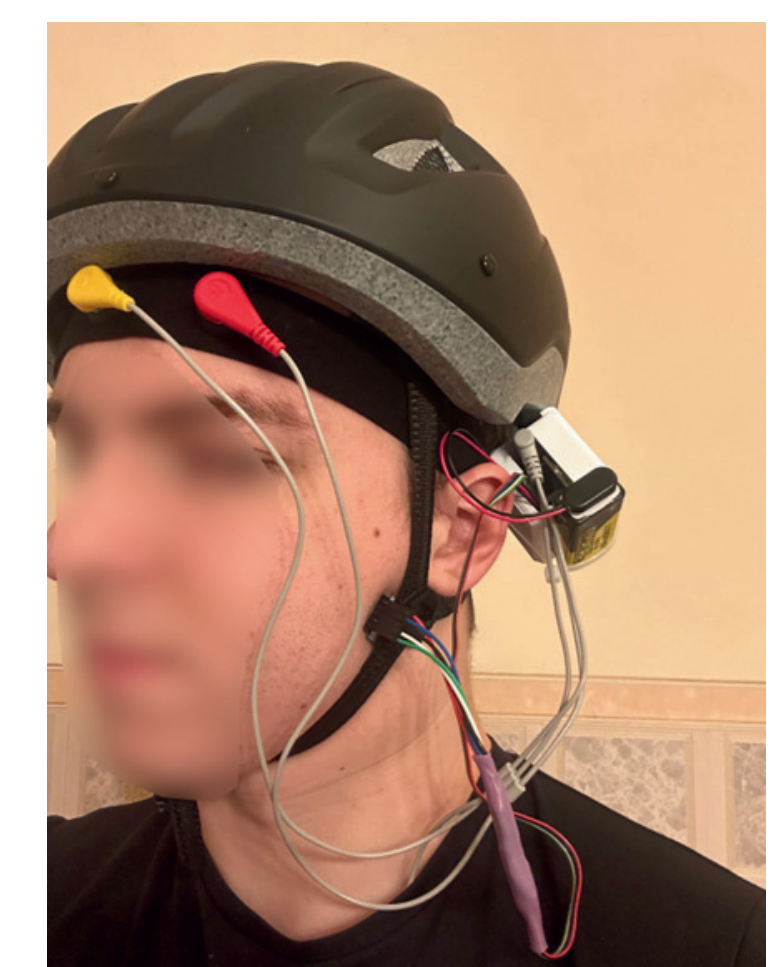
Rys. 1 Płytkę z zamontowanymi modułami sensorów



Rys. 2 Płytkę w zaprojektowanej obudowie



Rys. 3 Interfejs aplikacji mobilnej



Rys. 4 Układ zamontowany do kasku wraz z elektrodami na czole

Podsumowanie

- Opracowany prototyp z powodzeniem realizuje założenia projektowe, umożliwiając ciągłe i bezprzewodowe monitorowanie kluczowych parametrów biomedycznych rowerzysty.
- Zastosowanie energooszczędnego interfejsu Bluetooth Low Energy oraz autorskiej aplikacji na system Android gwarantuje stabilną akwizycję i wizualizację danych w czasie rzeczywistym.
- Przeprowadzone badania potwierdziły poprawność działania aparatury, jednak testy dynamiczne wykazały podatność na artefakty ruchowe. Wskazuje to, że głównym kierunkiem dalszych prac powinna być optymalizacja algorytmów cyfrowej filtracji sygnałów.

Specjalność: **ELEKTRONIKA BIOMEDYCZNA**