

## Układ do wyznaczania sygnału zmienności rytmu serca (HRV)

### Wstęp

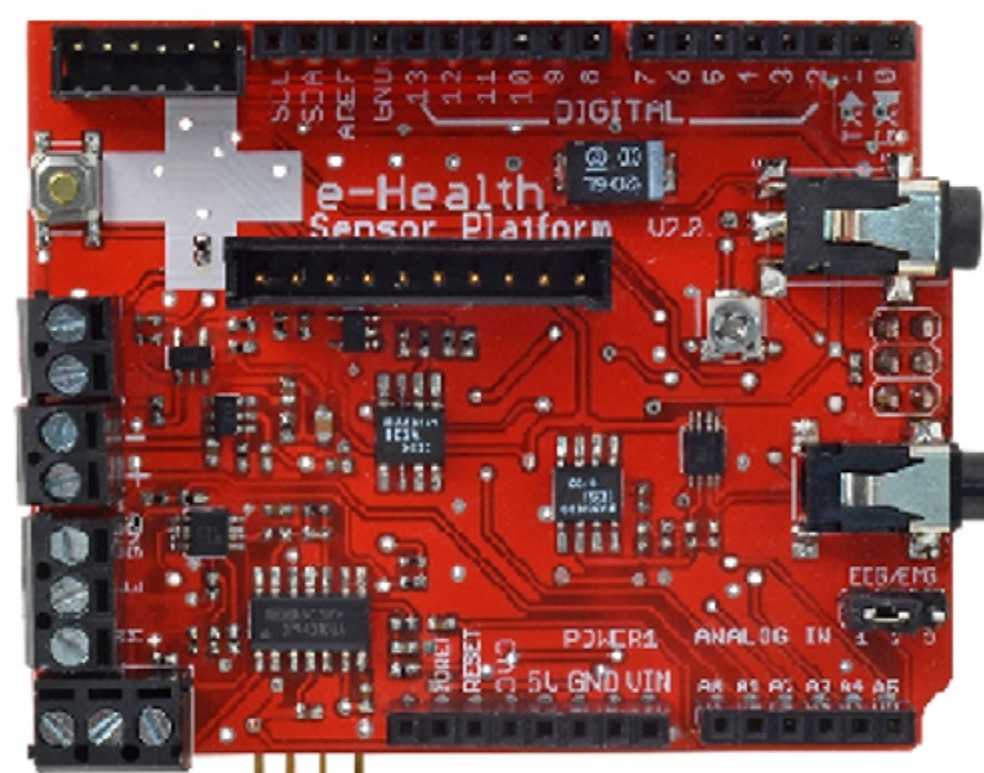
Celem pracy było zaprojektowanie i budowa niskokosztowego systemu do monitorowania zmienności rytmu serca (HRV). Urządzenie pozwala na nieinwazyjną ocenę stanu autonomicznego układu nerwowego, co znajduje zastosowanie w diagnostyce biomedycznej oraz monitorowaniu poziomu stresu i regeneracji organizmu.

### Realizacja sprzętowa

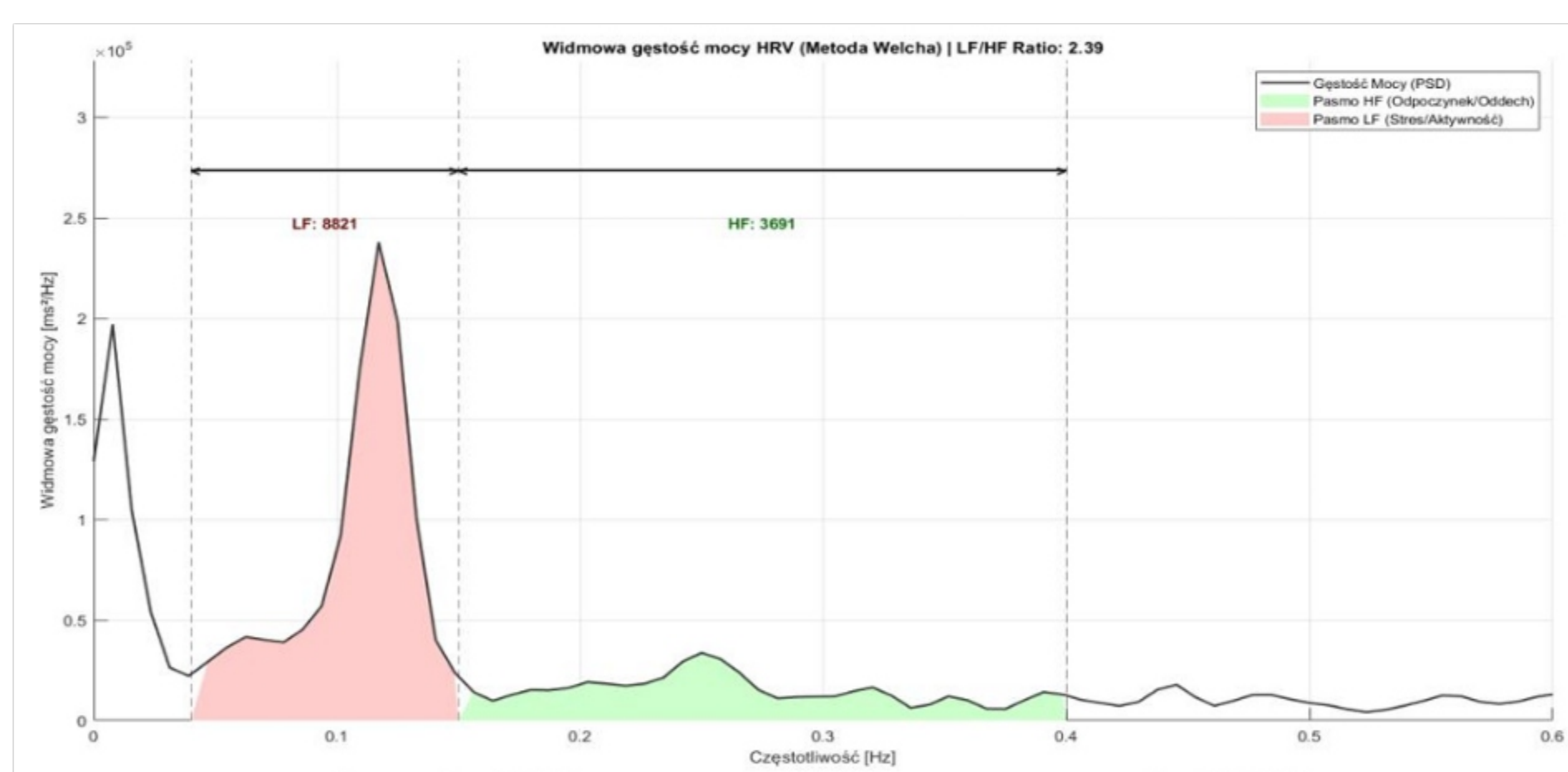
System pomiarowy oparto na mikrokontrolerze Arduino UNO R3 oraz platformie e-Health Sensor Platform V2.0. Warstwa sprzętowa została zaprogramowana w środowisku Arduino IDE, co umożliwiło implementację modelu strumieniowego i precyzyjne przesyłanie sygnału EKG do środowiska MATLAB. Zastosowany model zredukował niepewność czasową (jitter) z 6,5 ms do poziomu 0,16 ms, co jest kluczowe dla zachowania precyzji interwałów RR.



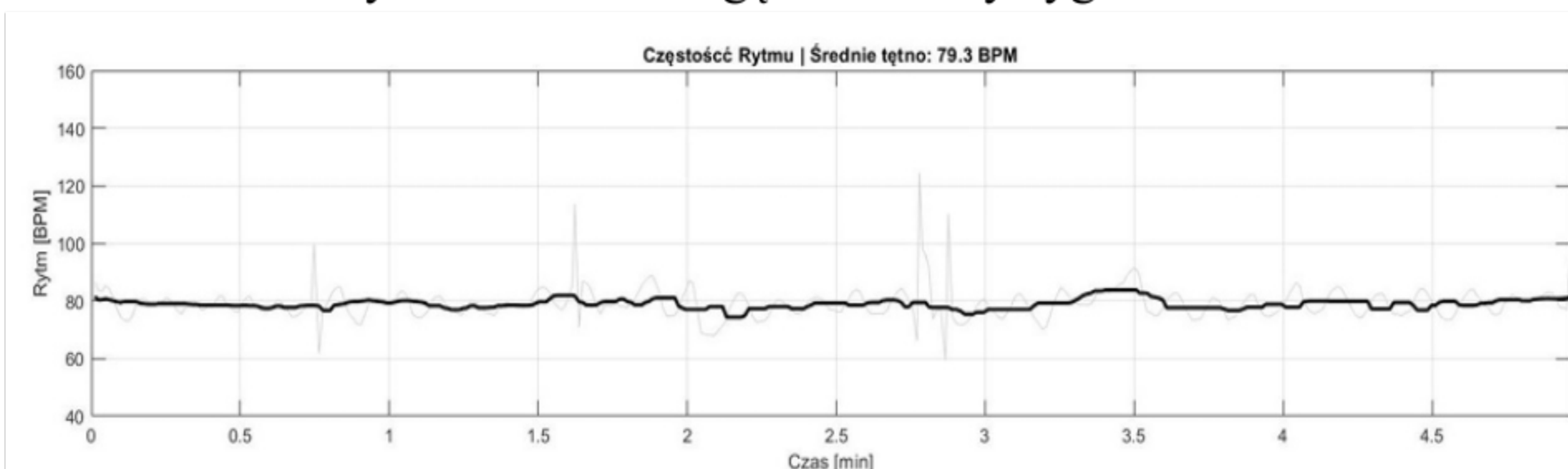
Rys. 1. Moduł Arduino UNO R3



Rys. 2. Moduł integratora biosygnalów



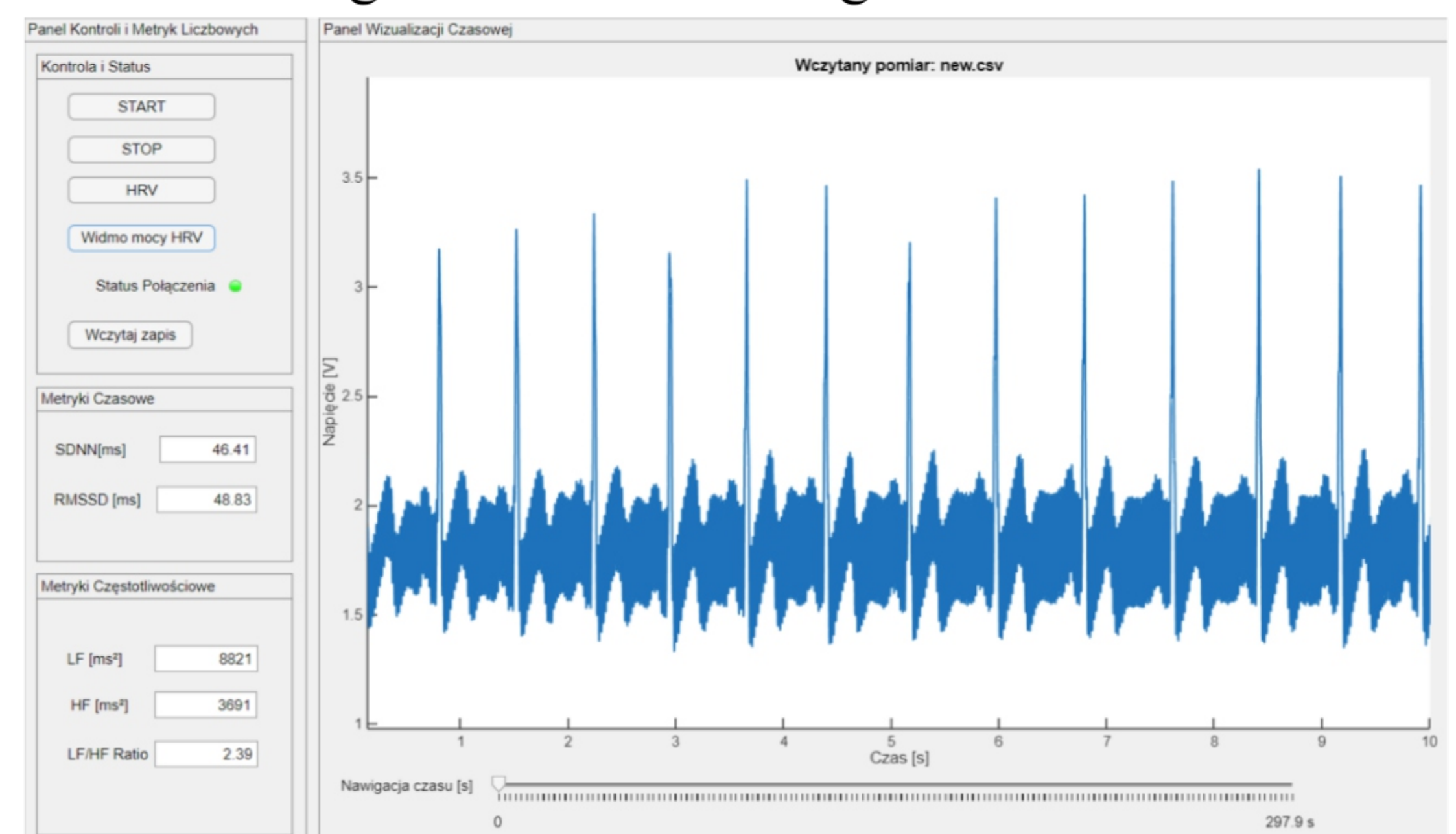
Rys. 3. Widmowa gęstość mocy sygnału HRV



Rys. 4. Tachogram NN z zaznaczonym trendem zmian rytmu serca

### Metodyka i algorytmy

Akwizycja danych oraz ich interpretacja realizowana jest w autorskiej aplikacji opracowanej w środowisku MATLAB App Designer. Program umożliwia wizualizację sygnału EKG w czasie rzeczywistym oraz precyzyjną, automatyczną detekcję załamków R z wykorzystaniem zaimplementowanego algorytmu Pan-Tompkinsa. Dzięki temu możliwe jest wyznaczanie kluczowych parametrów zmienności rytmu serca w czasie rzeczywistym. W ramach analizy wyznaczane są wskaźniki czasowe odzwierciedlające całkowitą oraz krótkookresową zmienność rytmu serca, a także parametry częstotliwościowe uzyskiwane dzięki estymacji gęstości widmowej mocy metodą Welch. Obliczony stosunek mocy w pasmach LF/HF pozwala na ocenę równowagi autonomicznego układu nerwowego.



Rys. 3. Opracowany layout interfejsu graficznego użytkownika (GUI) w środowisku MATLAB App Designer

### Wnioski

Opracowany system stanowi w pełni funkcjonalny demonstrator urządzenia medycznego. Przeniesienie operacji taktowania na warstwę sprzętową mikrokontrolera pozwoliło na 30-krotną redukcję jittera, co gwarantuje precyzję pomiarową niezbędną w profesjonalnej diagnostyce HRV. Zastosowane algorytmy przetwarzania sygnałów w środowisku MATLAB, w tym algorytm Pan-Tompkinsa, skutecznie eliminują zakłócenia i artefakty ruchowe, umożliwiając wiarygodną analizę parametrów życiowych.

Specjalność: **ELEKTRONIKA BIOMEDYCZNA**