

Laboratorium 2

Filtrowanie na przykładzie analizy sygnału biomedycznego

Antoni Sobkowicz

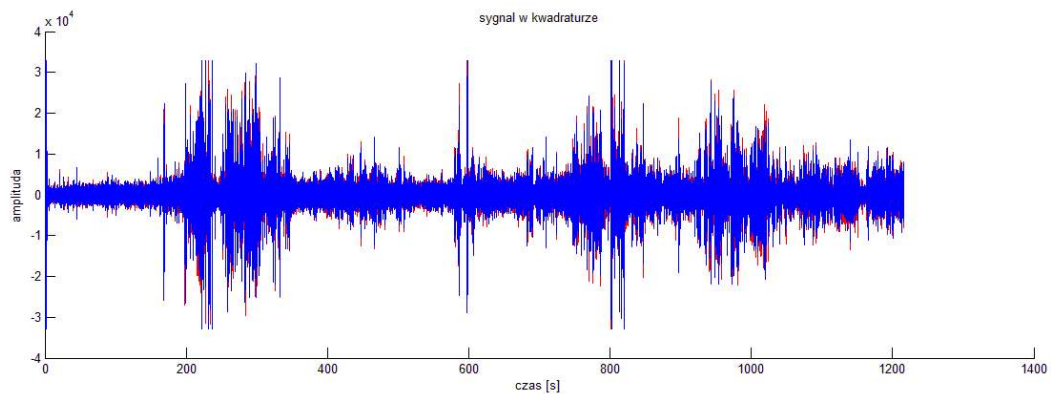
Cel

Określenie częstotliwości bicia serca na podstawie sygnału z wykorzystaniem filtrowania oraz analizy częstotliwość-czas. Danym wejściowym jest zapis sygnału dopplerowskiego w kwadraturze, o częstotliwości próbkowania $f_p = 2000$, zapisany naprzemiennie.

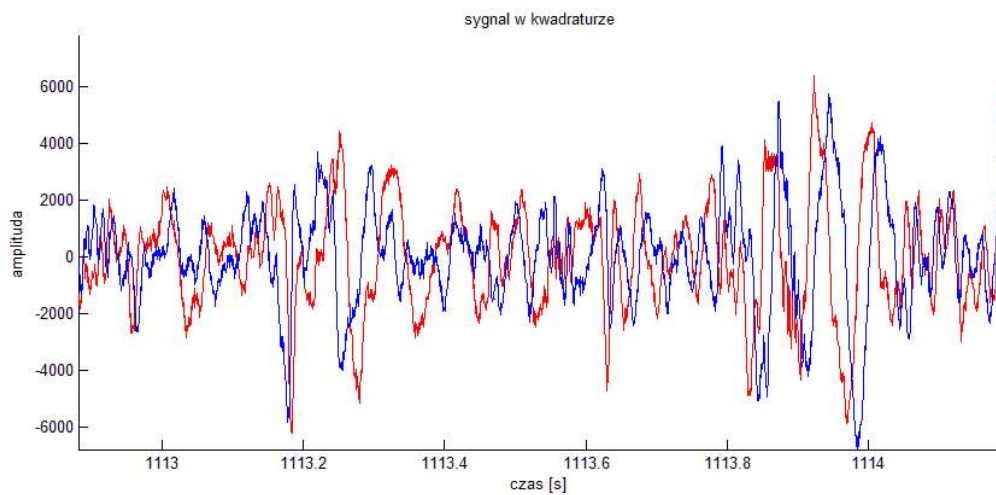
Przebieg pracy

Wczytanie sygnału i tworzenie sygnału analitycznego

- Wczytanie sygnału z pliku z danymi do macierzy, w której kolumny odpowiadają sygnałom,
 - Sygnały w kwadraturze, przesunięte względem siebie w fazie
 - $f_p = 2000$ Hz
 - Ilość próbek: 2432000
 - Czas trwania: 1216s



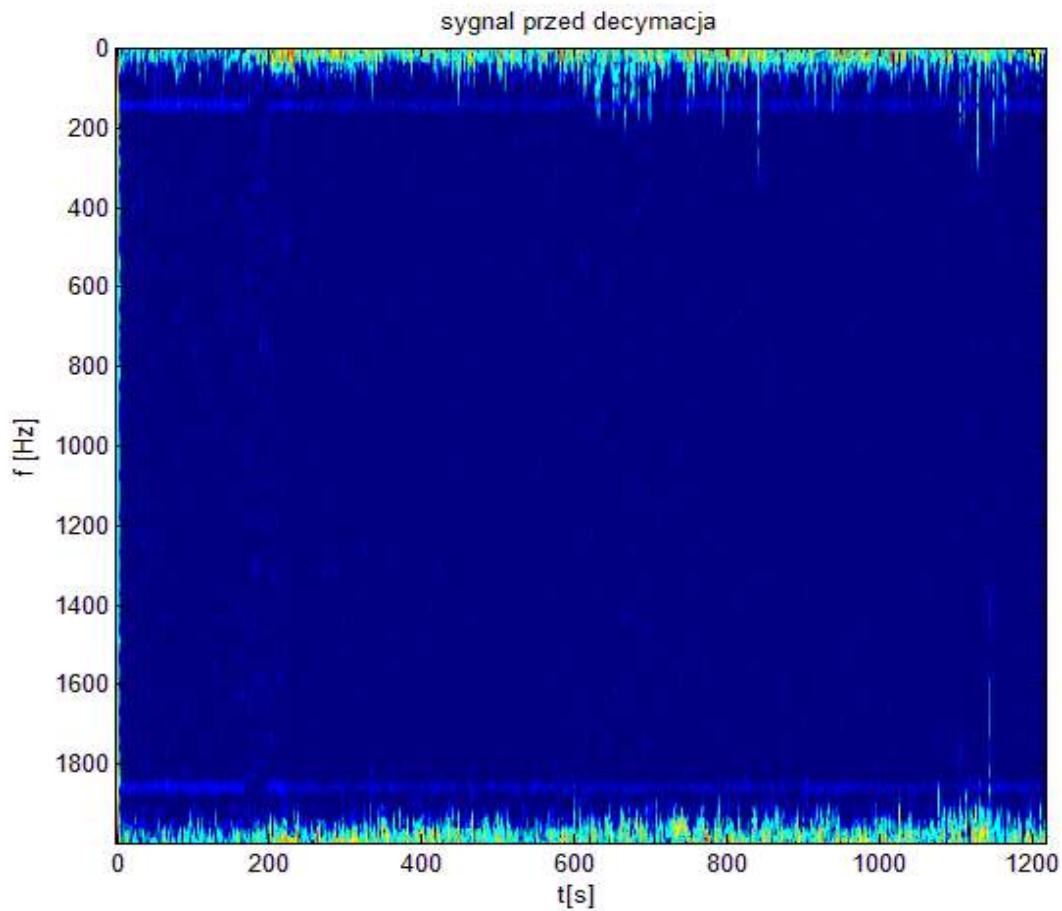
Rysunek 1: Wczytany sygnał, kolorem czerwonym i niebieskim oznaczone są kanały.



Rysunek 2: Wczytany sygnał, fragment, kolorem czerwonym i niebieskim oznaczone są kanały.
Wyraźnie widoczne jest przesunięcie kanałów względem siebie

- Utworzenie sygnału analitycznego z wczytanego sygnału:
 - składowa z jednego kanału - część rzeczywista
 - składowa z drugiego kanału - część urojona

Wstępna analiza sygnału



Rysunek 3: Spektrogram wczytanego sygnału, przed decymacją i filtracją

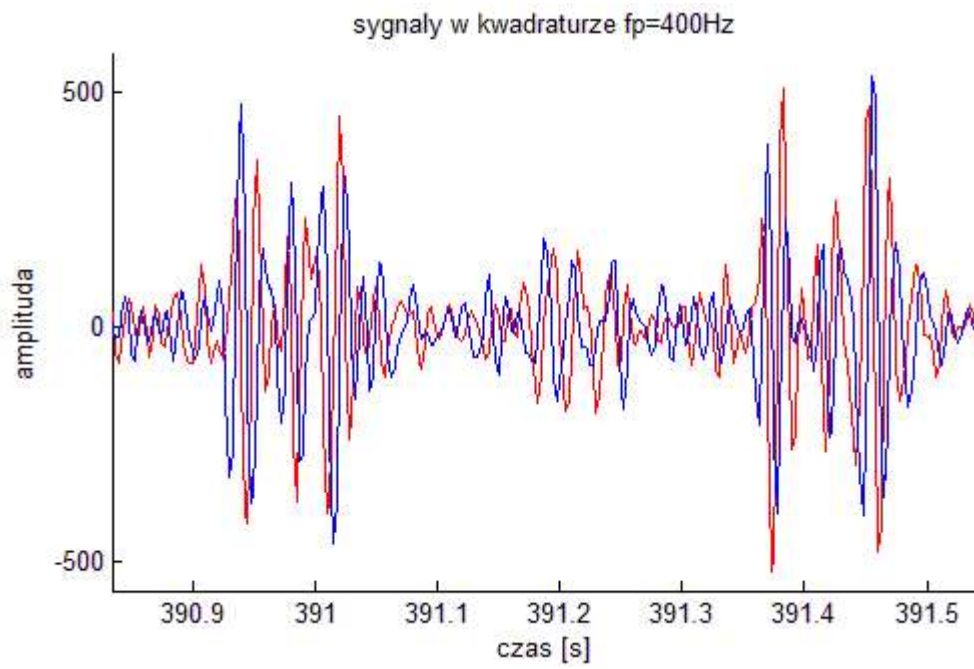
Sygnał do analizy jest przepróbkowany ($f_p = 2000$ Hz). Obszar oznaczony kolorem niebieskim na spektrogramie oznacza częstotliwości dla których widmowa gęstość mocy sygnału jest równa lub bliska zero.

Moc cyklicznego sygnału leży poniżej 50 Hz i powyżej 1950 Hz, należy zastosować filtrację górnoprzepustową w celu uzyskania sygnału niosącego istotną informację i wyeliminowaniu sygnału ruchów pseudooddechowych

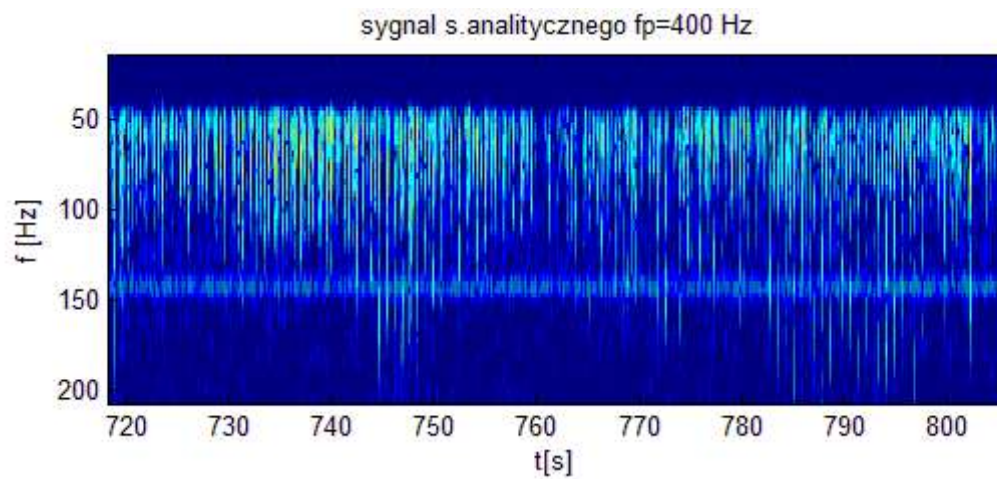
Decymacja i filtracja

Wykonano decymację i filtrację sygnału. Wykonano decymację rzędu 5 (co wiązało się ze zmianą częstotliwości próbkowania z $f_p = 2000$ do $f_p = 400$) połączoną z filtracją dolnoprzepustową filtrem FIR rzędu 30 z wykorzystaniem okna Hamminga.

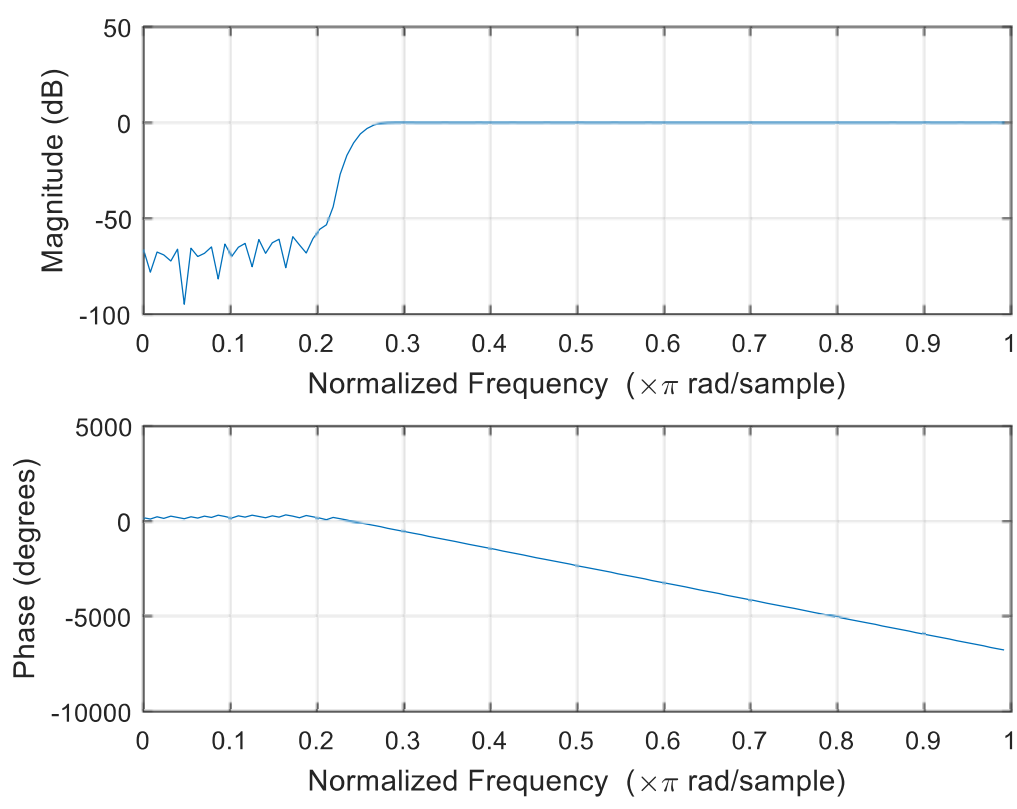
W celu dalszej filtracji wykorzystano górnoprzepustowy filtr FIR 50Hz rzędu 100.



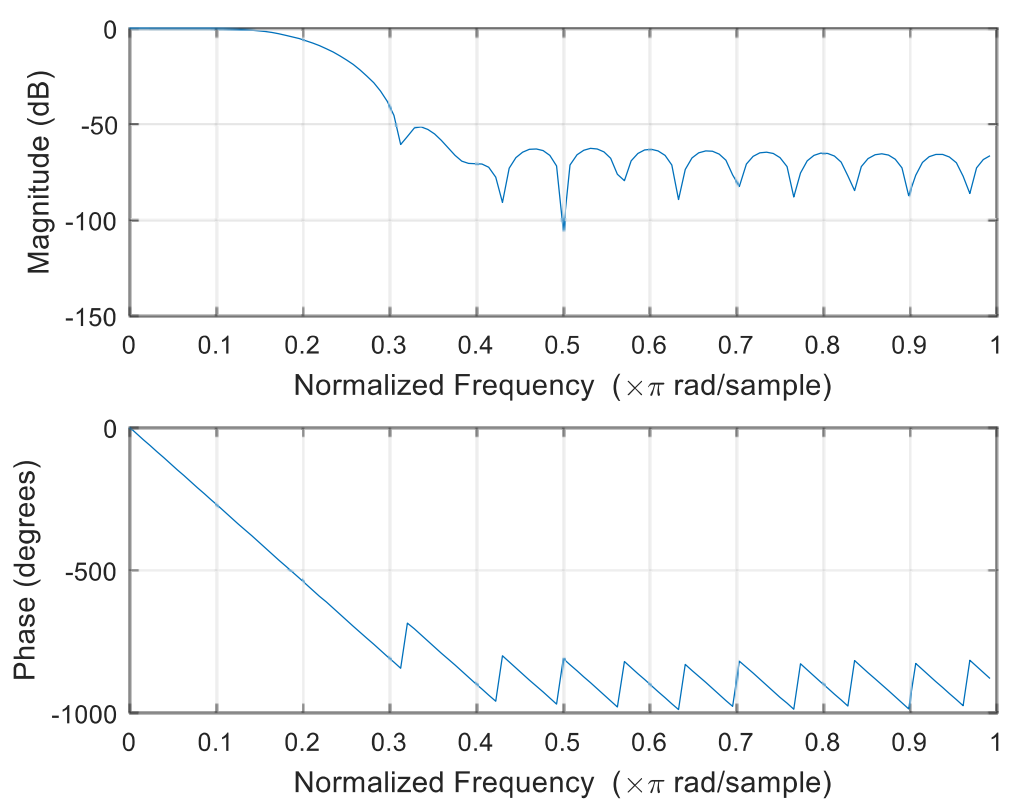
Rysunek 4: Fragment sygnału po wykonanej filtracji i decymacji.



Rysunek 5: Spektrogram sygnału po decymacji i filtracji



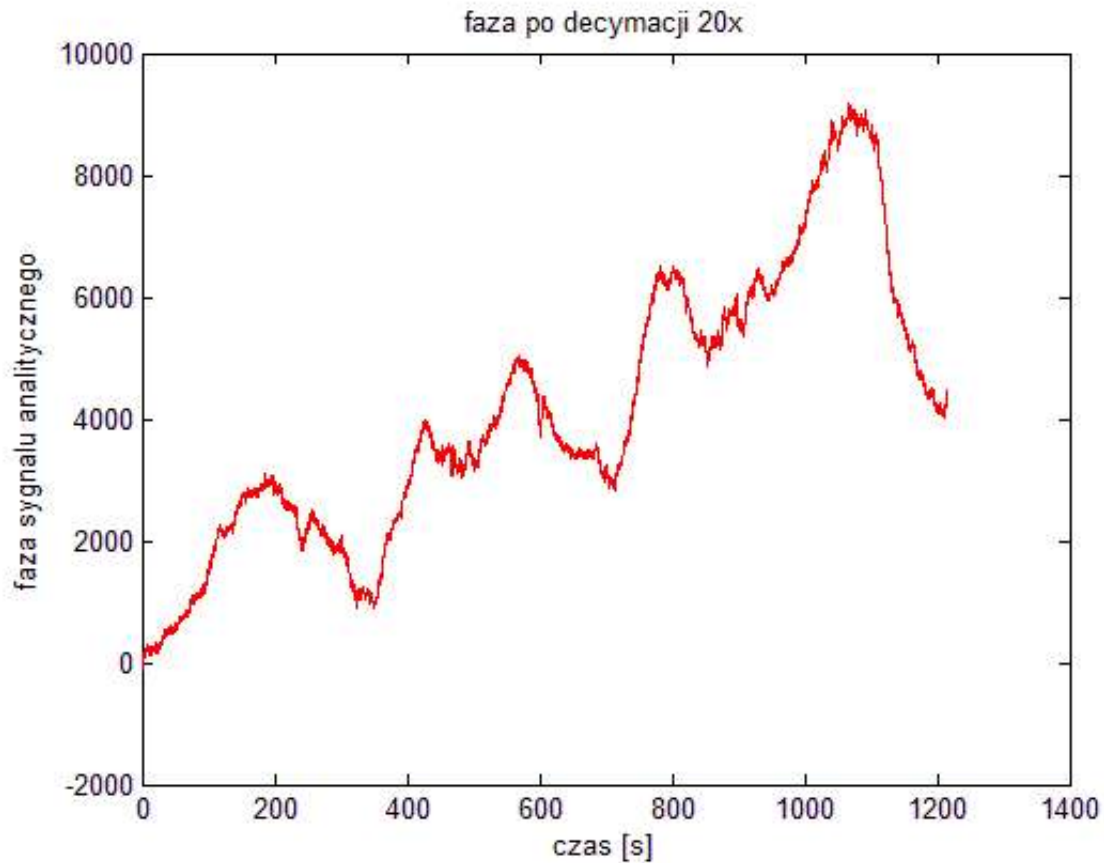
Rysunek 5.1: Charakterystyki filtra górnoprzepustowego



Rysunek 5.2: Charakterystyki filtra dolnoprzepustowego

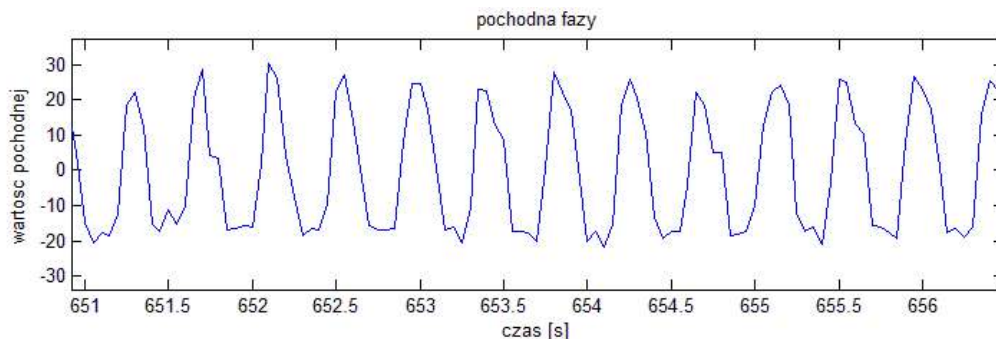
Przejdźcie do analizy fazowej i wyznaczenie rytmu serca

Faza sygnału analitycznego zawiera informacje o przemieszczeniu – co jest wystarczające do badania rytmu serca (nie potrzebne są nam informacje o odległości, jedynie samo przemieszczenie). W celu ułatwienia analizy faza została zdecydowana 20-krotnie oraz przefiltrowana filtrem FIR rzędu 30, z oknem Hamminga.



Rysunek 6: Faza sygnału po decymacji i filtracji

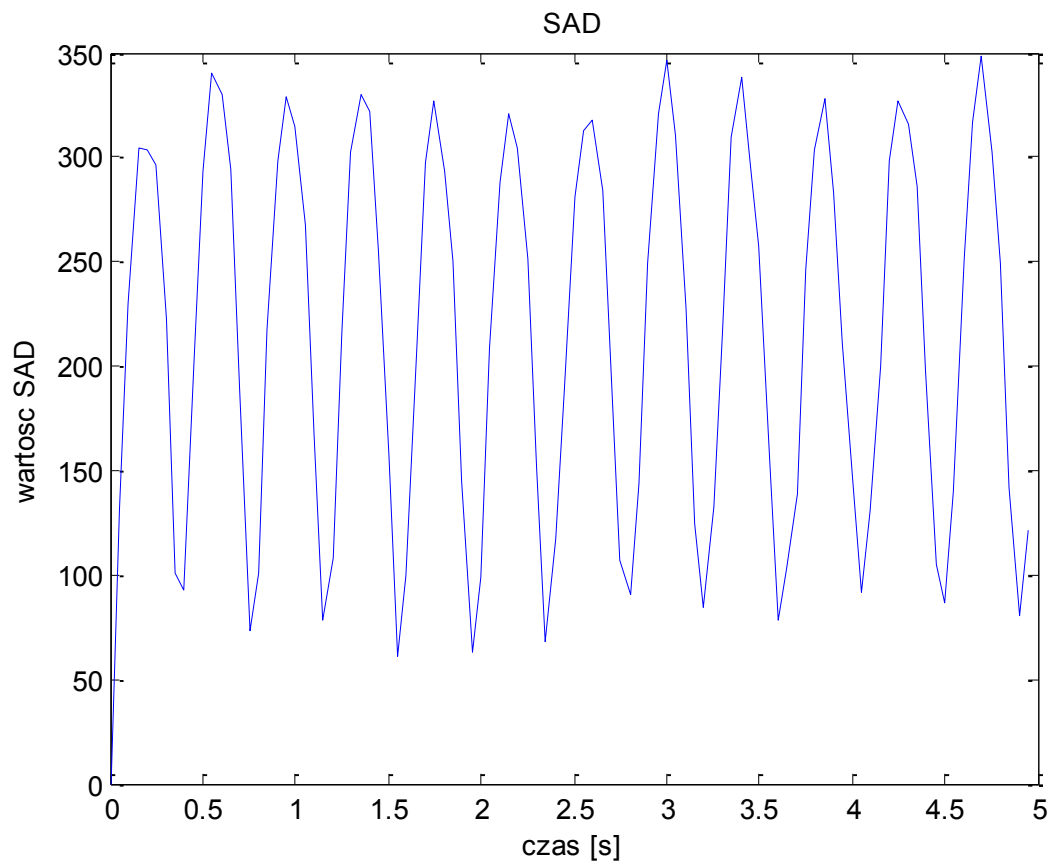
Następnie, z wyznaczonej zdecydowanej fazy sygnału wyznaczono jej pochodną, która nadaje się do analizy metodą SAD (Sum of Absolute Differences, Sumy Różnic Bezwzględnych).



Rysunek 7: Pochodna fazy po decymacji i filtracji, fragment

Rytm serca został wyznaczony poprzez wykorzystanie wybranego wcześniej fragmentu pochodnej fazy sygnału analitycznego. Funkcja wykorzystuje sumę różnic absolutnych – minimum

funkcji SAD mówi o największym podobieństwie fragmentu sygnału do jądra poszukiwań. W wypadku badanego sygnału, możemy uznać że rytm pojawiania się pików mówi o rytmie serca.



Rysunek 8: Wyniki działania funkcji SAD na pochodnej fazy sygnału analitycznego. Piki skierowane do dołu to kolejne uderzenia serca.