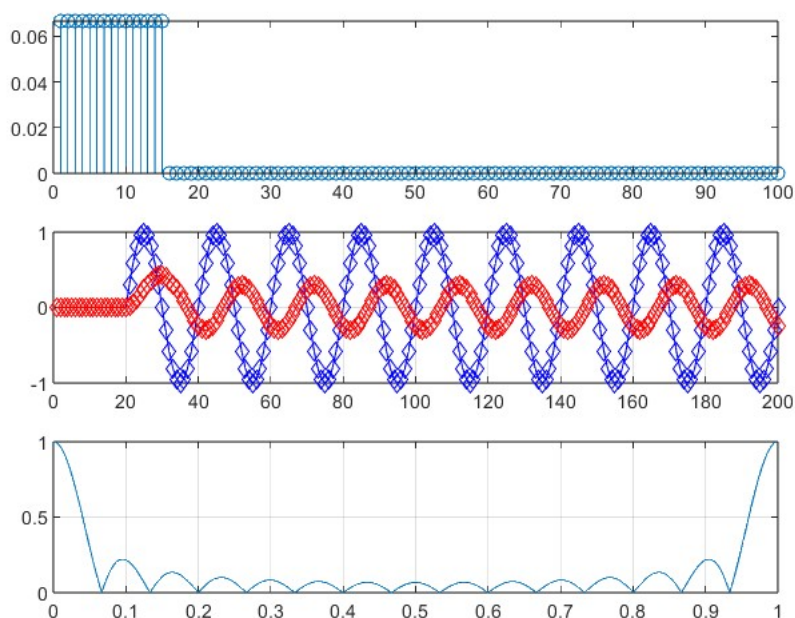


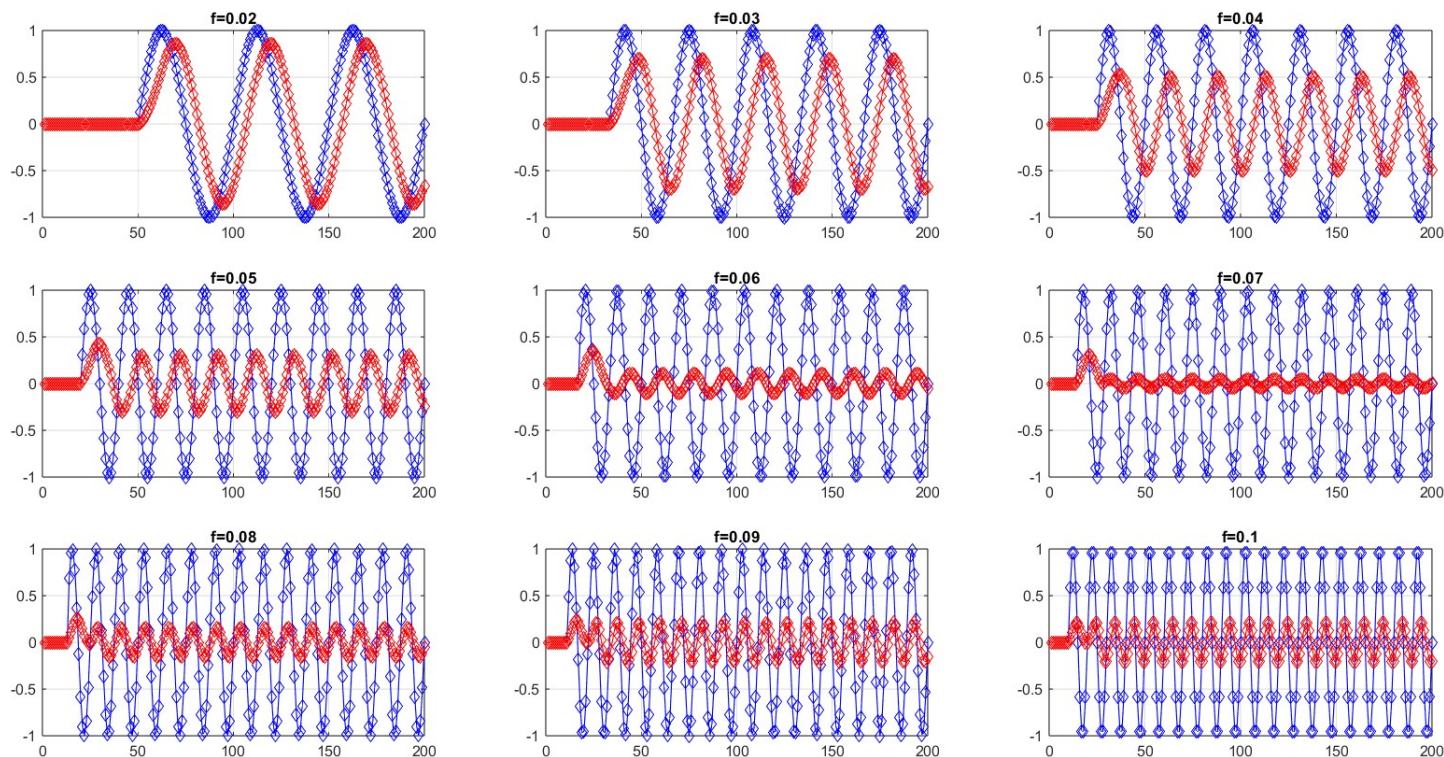
1. Kacper Połuszejko	Numer indeksu: 1. 412183	Rok i kierunek: MNB, 3 rok
Data wykonania: 11.12.2023	Temat: Laboratorium 6 -filtry typu FIR	Data oddania: 15.12.2023

1 Odpowiedź czasowa filtr FIR



Rys. 1 – Patrząc od góry - filtr za pomocą, którego filtrujemy wejściowy sygnał, sygnał wejściowy oraz wyjściowy oraz charakterystyka częstotliwościowa wykorzystywanego filtra.

Sygnał wejściowy dla częstotliwości $f=0.05$ (skrypt lab6_1_transient) ma wartości 0 przez pierwsze 20 próbek sygnału po czym przyjmuje wartości zgodne z przebiegiem sinusoidalnym. Sygnał wyjściowy natomiast staje się okresowy dopiero od 34 próbki.

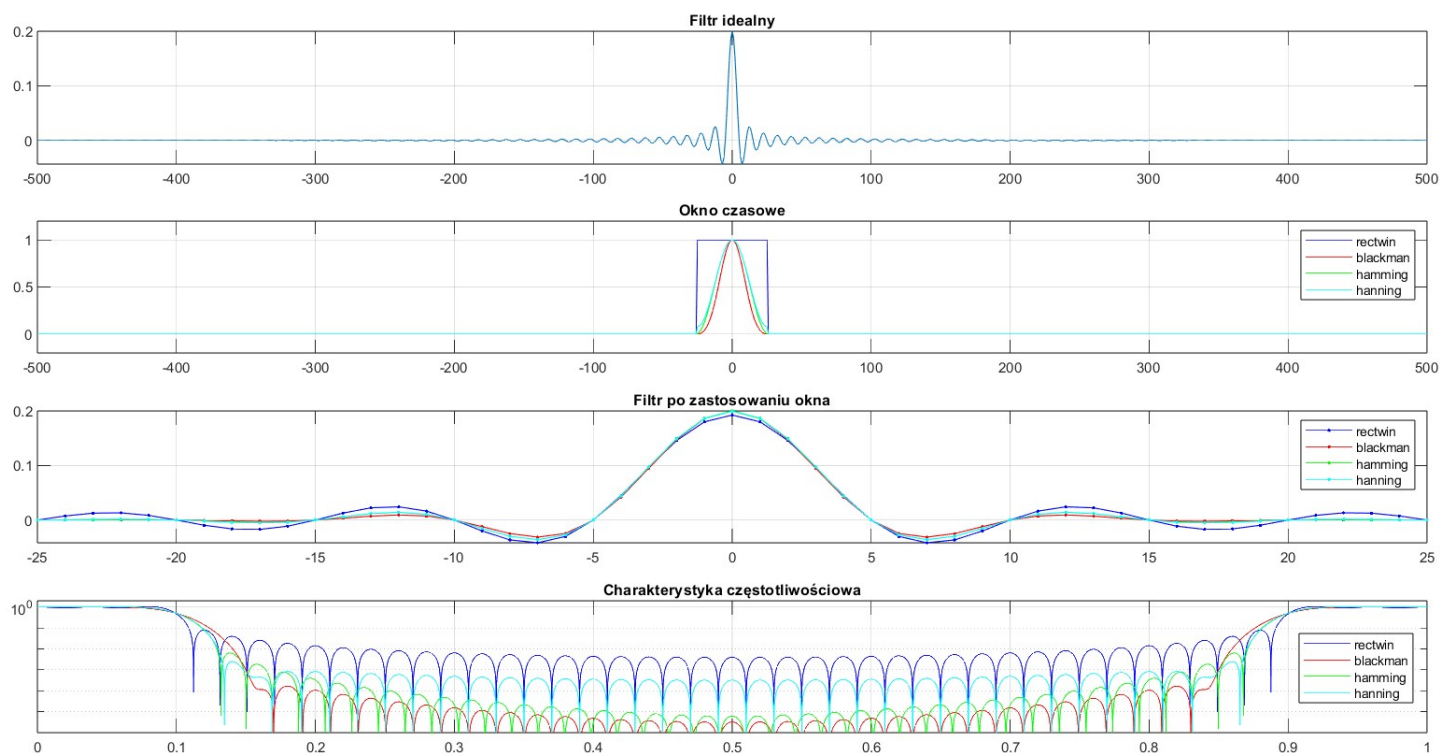


Rys. 2 – Wykresy sygnałów wejściowych oraz wyjściowych dla różnych częstotliwości f .

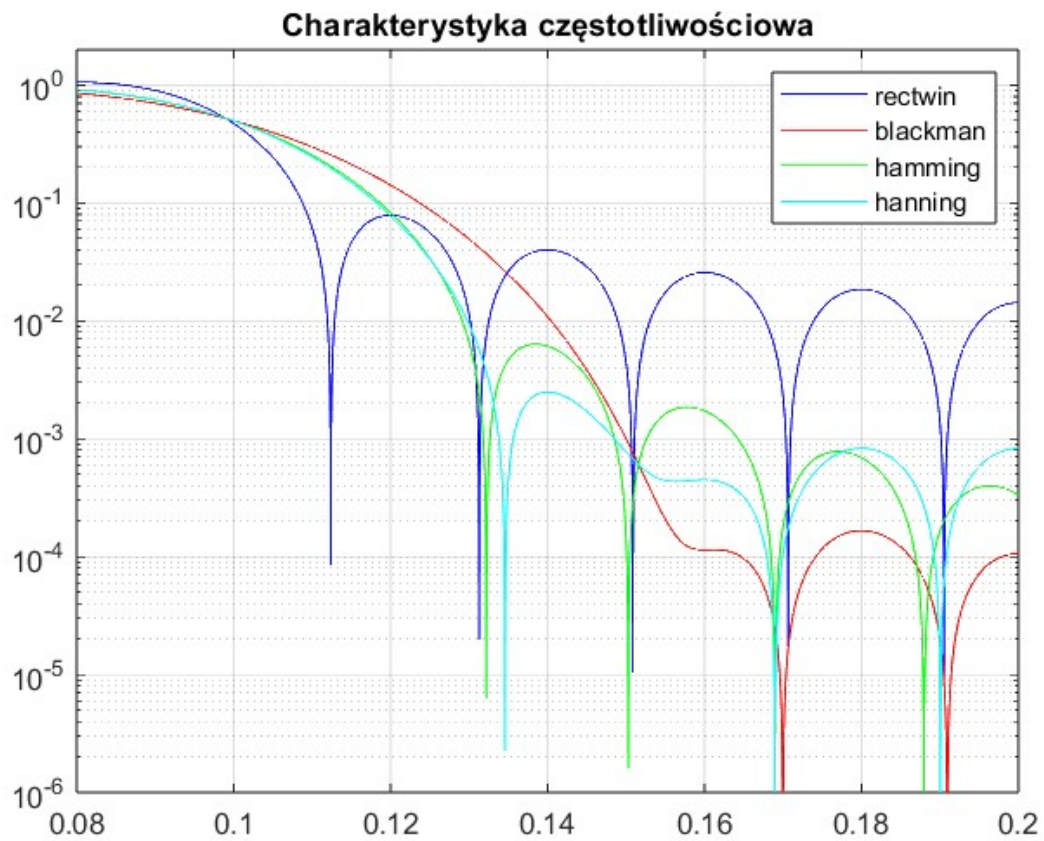
Dlaczego amplituda sygnału wyjściowego nie zmienia się monotonicznie ze wzrostem częstotliwości? Aby odpowiedzieć na to pytanie należy spojrzeć na charakterystykę częstotliwościową zastosowanego filtra na **Rys.1**. Dla niskich częstotliwości amplituda sygnału wraz ze wzrostem f powinna maleć. Od pewnej częstotliwości pojawia się jednak "górką" i amplituda powinna wzrosnąć. Dlatego właśnie na **Rys. 2** obserwujemy wzrost amplitudy sygnału wyjściowego dla $f=0.9$ względem $f=0.8$.

2 Zastosowanie okien czasowych do modyfikacji charakterystyki filtra

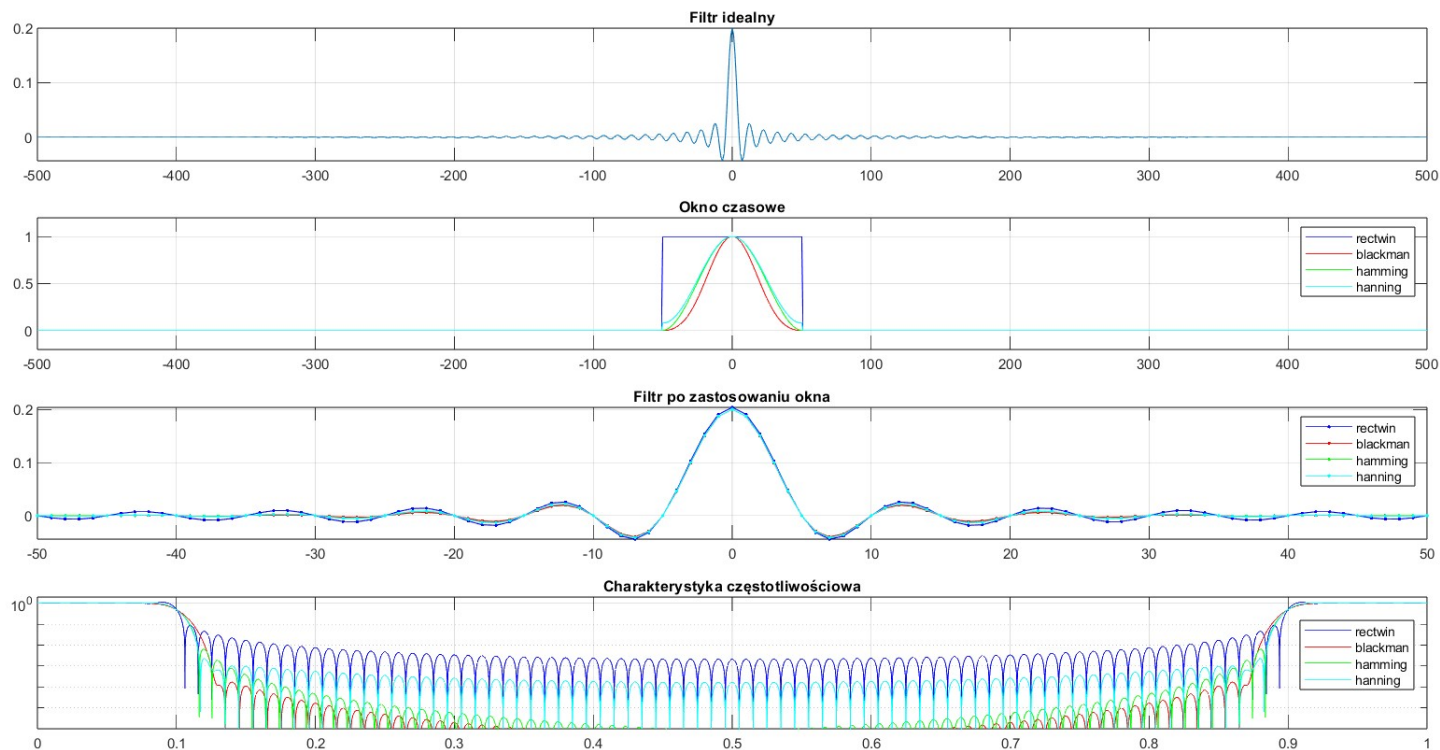
Wykresy



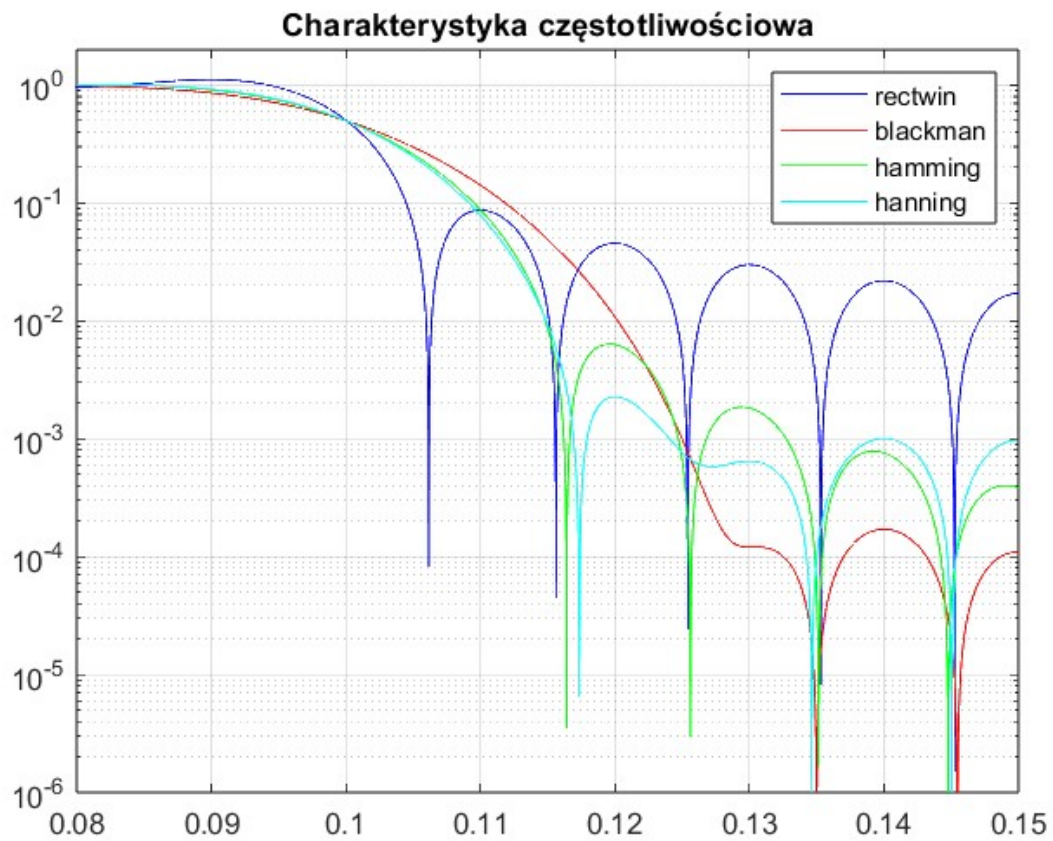
Rys. 3 – Wykresy przedstawiające wizualizację okien czasowych, wizualizację filtrów uzyskanych po ich zastosowaniu oraz ich charakterystyki częstotliwościowe. Rząd każdego filtra wyniósł 50 (nielicząc filtra idealnego znajdującego się na samej górze.)



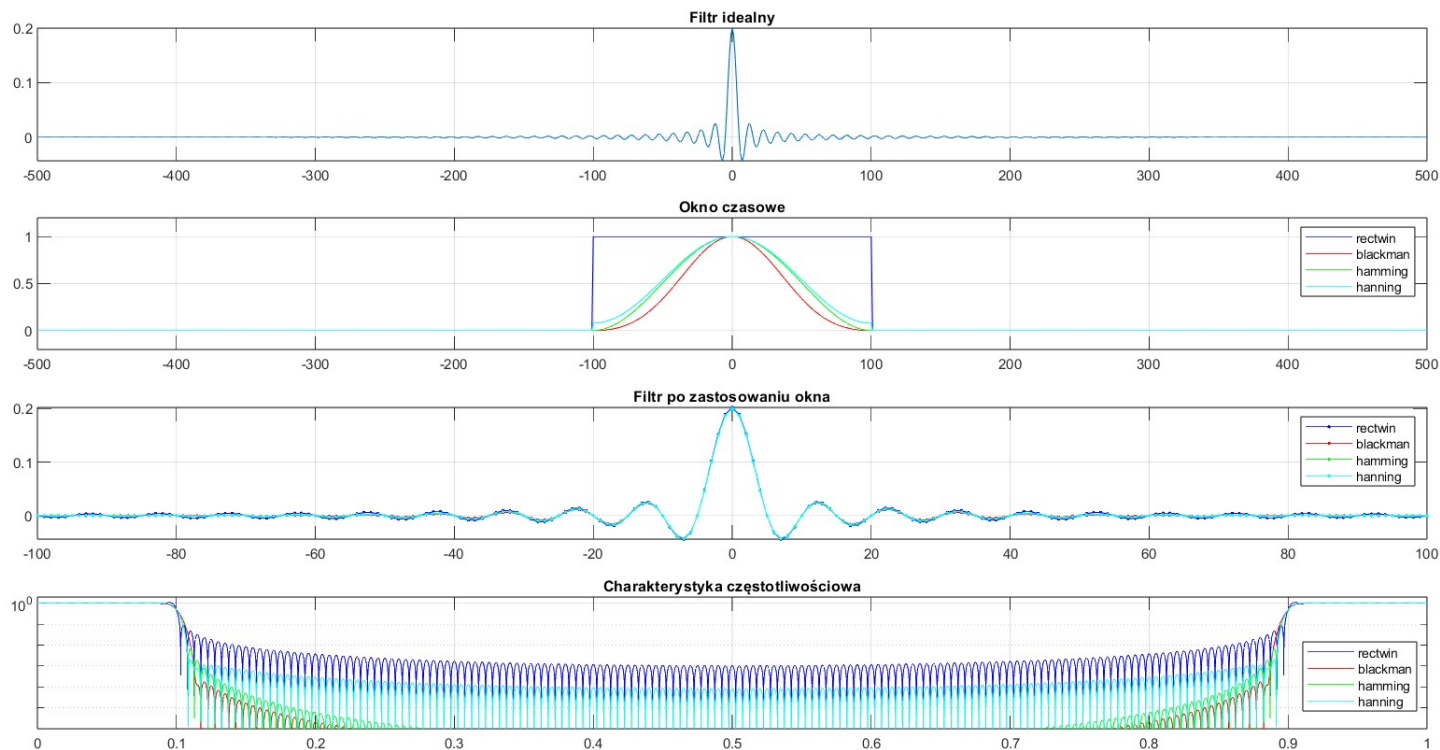
Rys. 4 – Fragmenty charakterystyk częstotliwościowych przedstawiające pasmo przejściowe filtru przy zastosowaniu różnych okien czasowych.
Rząd filtru wynosił $N=50$



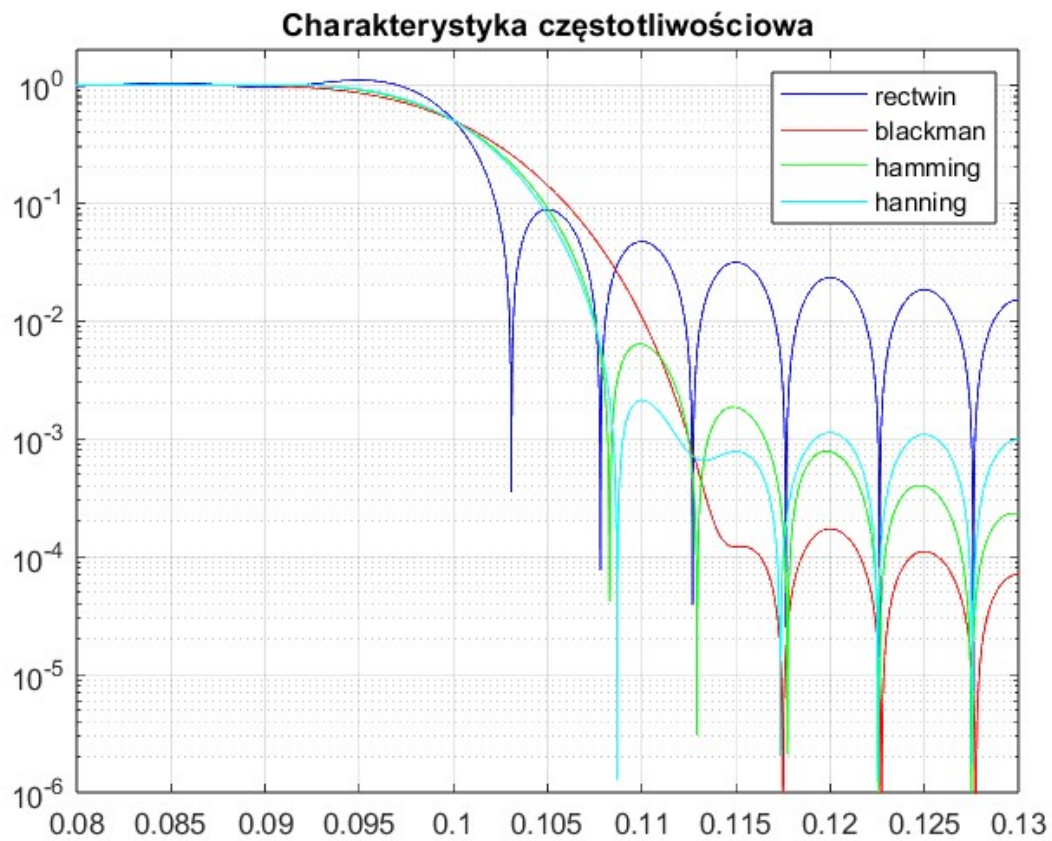
Rys. 5 – Wykresy przedstawiające wizualizację okien czasowych, wizualizację filtrów uzyskanych po ich zastosowaniu oraz ich charakterystyki częstotliwościowe. Rząd każdego filtru wyniósł 100 (nielicząc filtru idealnego znajdującego się na samej górze.)



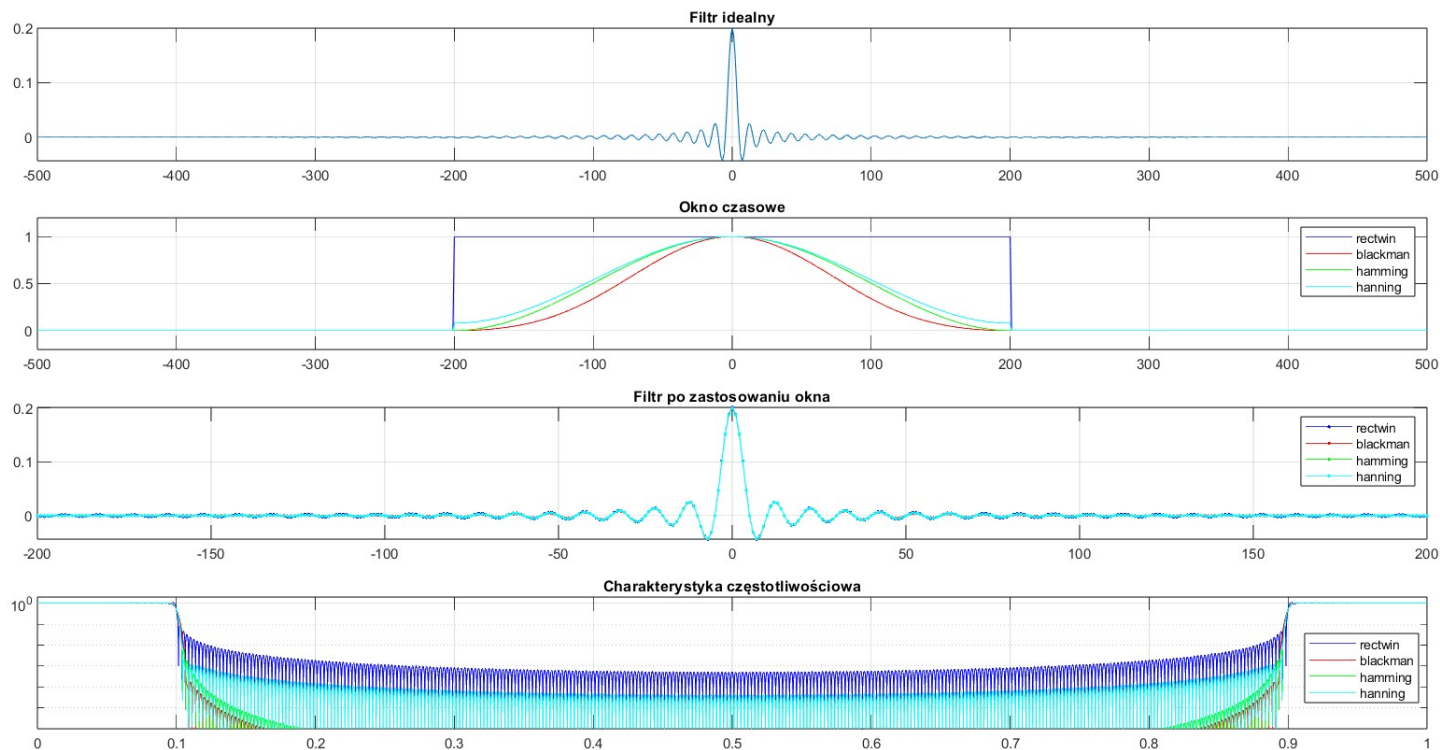
Rys. 6 – Fragmenty charakterystyk częstotliwościowych przedstawiające pasmo przejściowe filtru przy zastosowaniu różnych okien czasowych.
Rząd filtru wynosił $N=100$



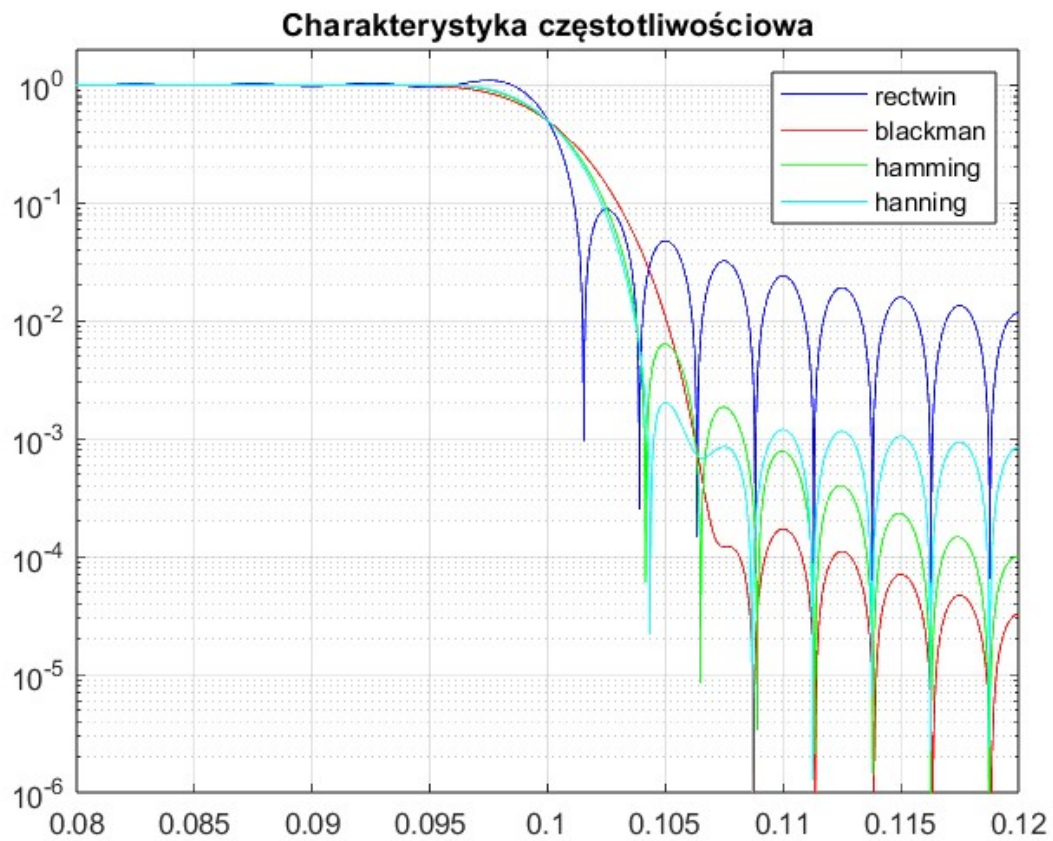
Rys. 7 – Wykresy przedstawiające wizualizację okien czasowych, wizualizację filtrów uzyskanych po ich zastosowaniu oraz ich charakterystyki częstotliwościowe. Rząd każdego filtru wyniósł 200 (nielicząc filtru idealnego znajdującego się na samej górze.)



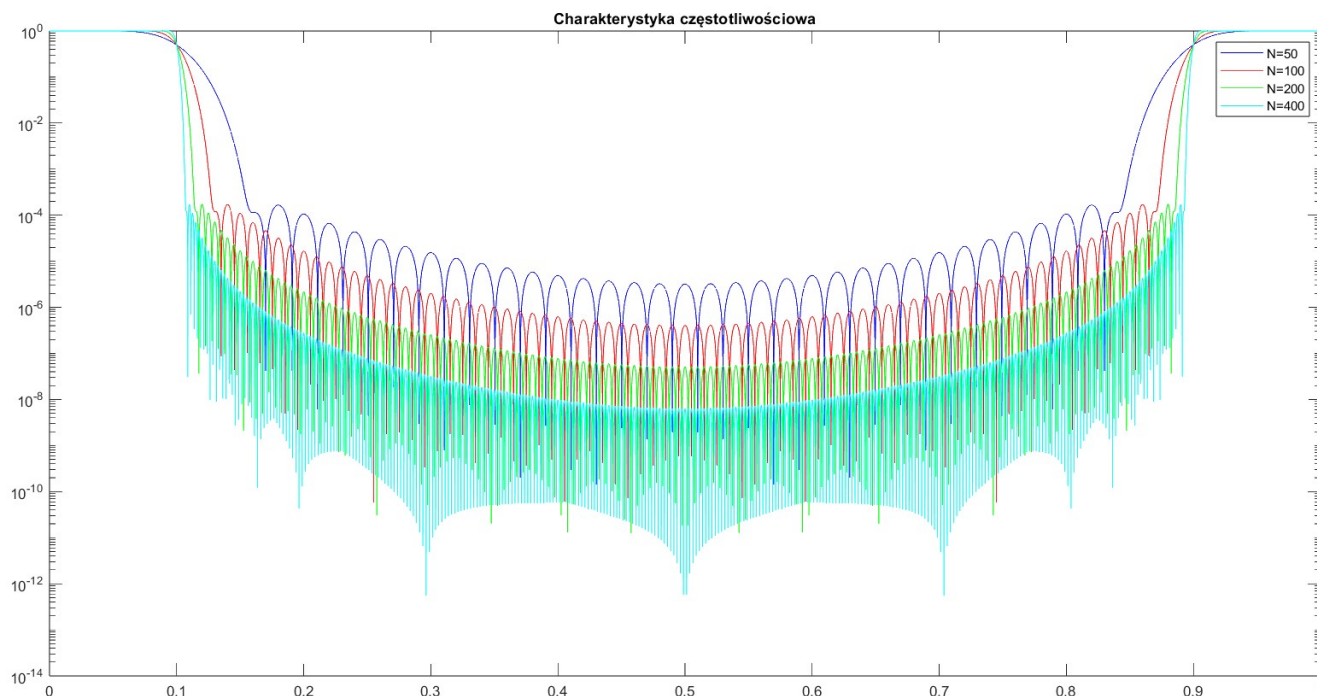
Rys. 8 – Fragmenty charakterystyk częstotliwościowych przedstawiające pasmo przejściowe filtru przy zastosowaniu różnych okien czasowych.
Rząd filtru wynosił $N=200$



Rys. 9 – Wykresy przedstawiające wizualizację okien czasowych, wizualizację filtrów uzyskanych po ich zastosowaniu oraz ich charakterystyki częstotliwościowe. Rząd każdego filtru wyniósł 400 (nielicząc filtru idealnego znajdującego się na samej górze.)



Rys. 10 – Fragmenty charakterystyk częstotliwościowych przedstawiające pasmo przejściowe filtru przy zastosowaniu różnych okien czasowych.
Rząd filtru wynosił $N=400$



Rys. 11 – Charakterystyki częstotliwościowe filtrów uzyskanych przy zastosowaniu okna czasowego "blackman" dla różnych rzędów filtra.

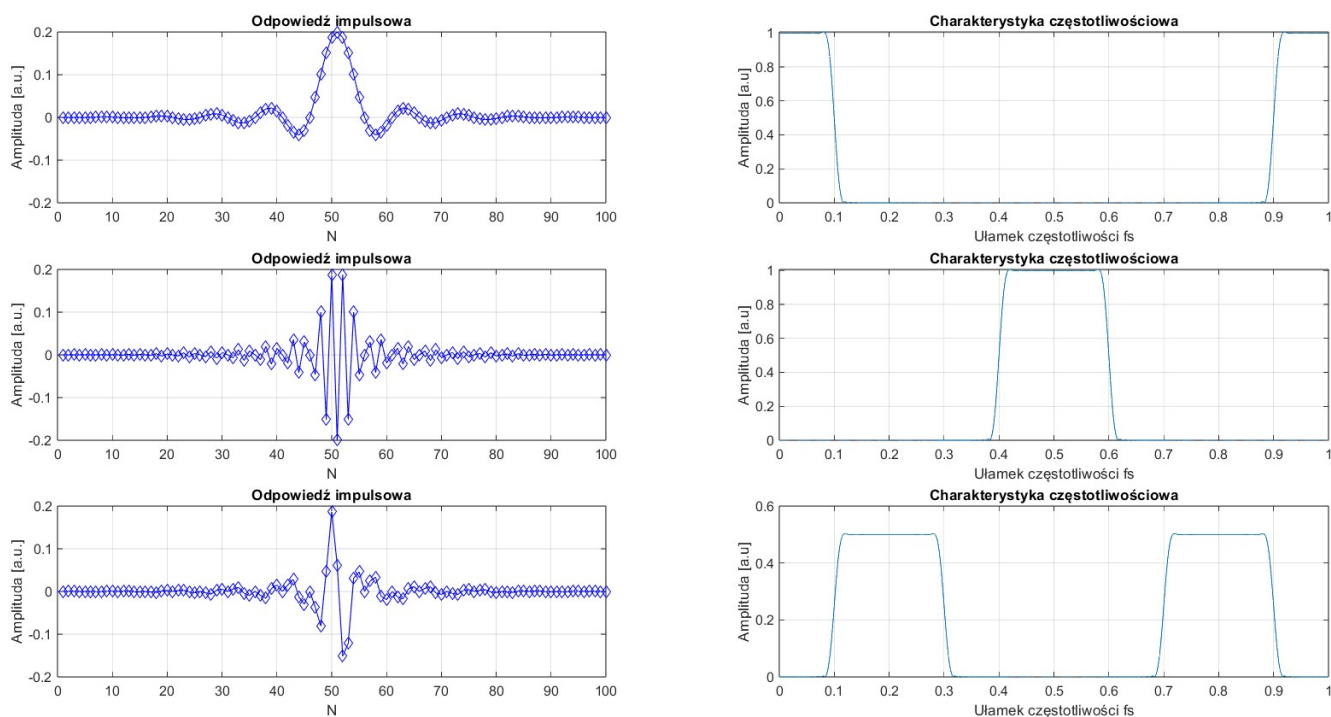
Podsumowanie

Na podstawie powyższych wykresów możliwe jest określenie, które okno czasowe generuje najlepszy filtr dolnoprzepustowy.

Niezależnie od zastosowanego rzędu filtra najmniejszą szerokość pasma przejściowego daje okno "rectwin". Warto jednak zaznaczyć, że posiada ono również najmniejsze tłumienie w paśmie zaporowym, a także największe zafalowania w paśmie przepustowym. Natomiast najlepsze tłumienie (również niezależnie od rzędu filtra) zapewnia okno "blackman".

Na podstawie **Rys. 11** oraz poprzednich wykresów należy stwierdzić, że parametry filtra poprawiają się wraz ze wzrostem jego rzędu. Obserwujemy bowiem monotoniczny spadek szerokości pasma przejściowego oraz wzrost tłumienia w paśmie zaporowym.

3 Filtr górnoprzepustowy i pasmowoprzepustowy



Rys. 12 – Odpowiedzi impulsowe oraz charakterystyki częstotliwościowe filtra dolnoprzepustowego, górnoprzepustowego oraz pasmowoprzepustowego.

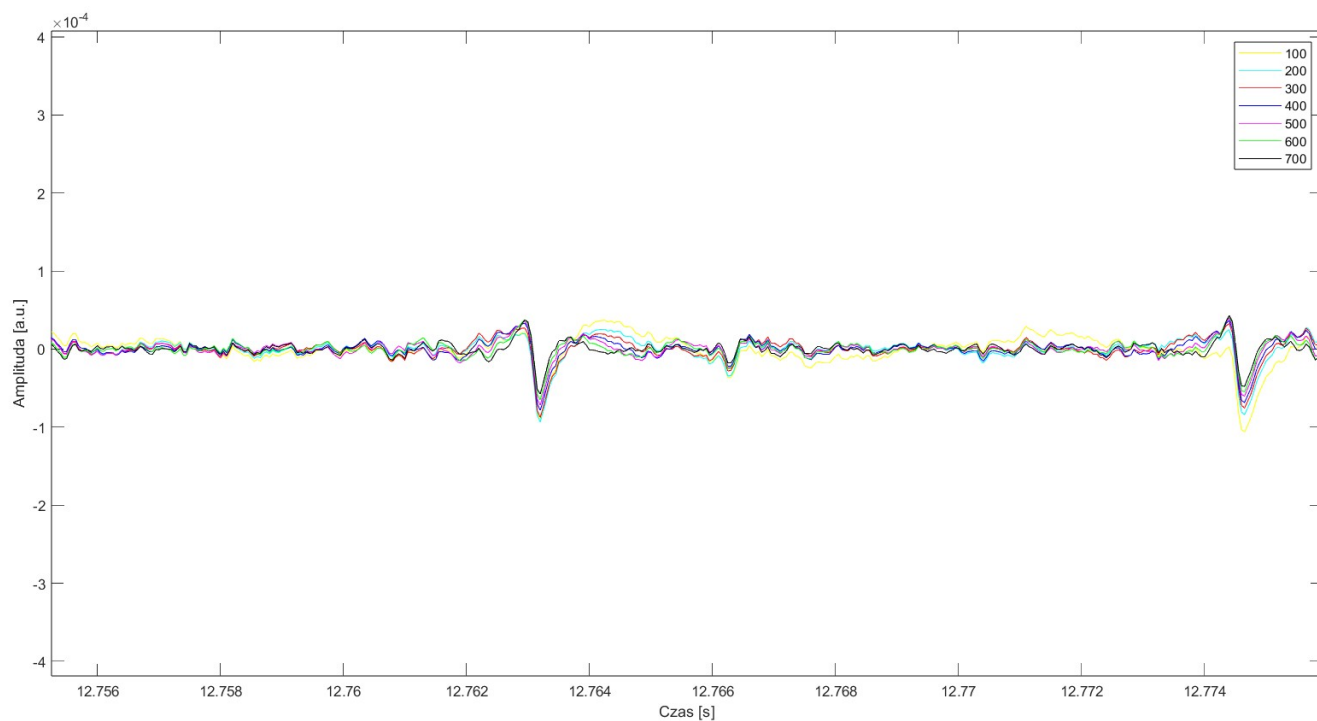
Filtr górnoprzepustowy oraz pasmowoprzepustowy powstał poprzez modyfikację filtra dolnoprzepustowego. Modyfikacja ta polegała na przemnożeniu zaprojektowanego wcześniej filtra dolnoprzepustowego przez funkcję sinusa z o częstotliwości równej $\frac{1}{4}f_s$ dla filtra pasmowoprzepustowego oraz $\frac{1}{2}f_s$ dla filtra dolnoprzepustowego. Odpowiadają za to następujące instrukcje w kodzie źródłowym:

*sinus2=cos(2*pi*0.5*[1:N+1])*

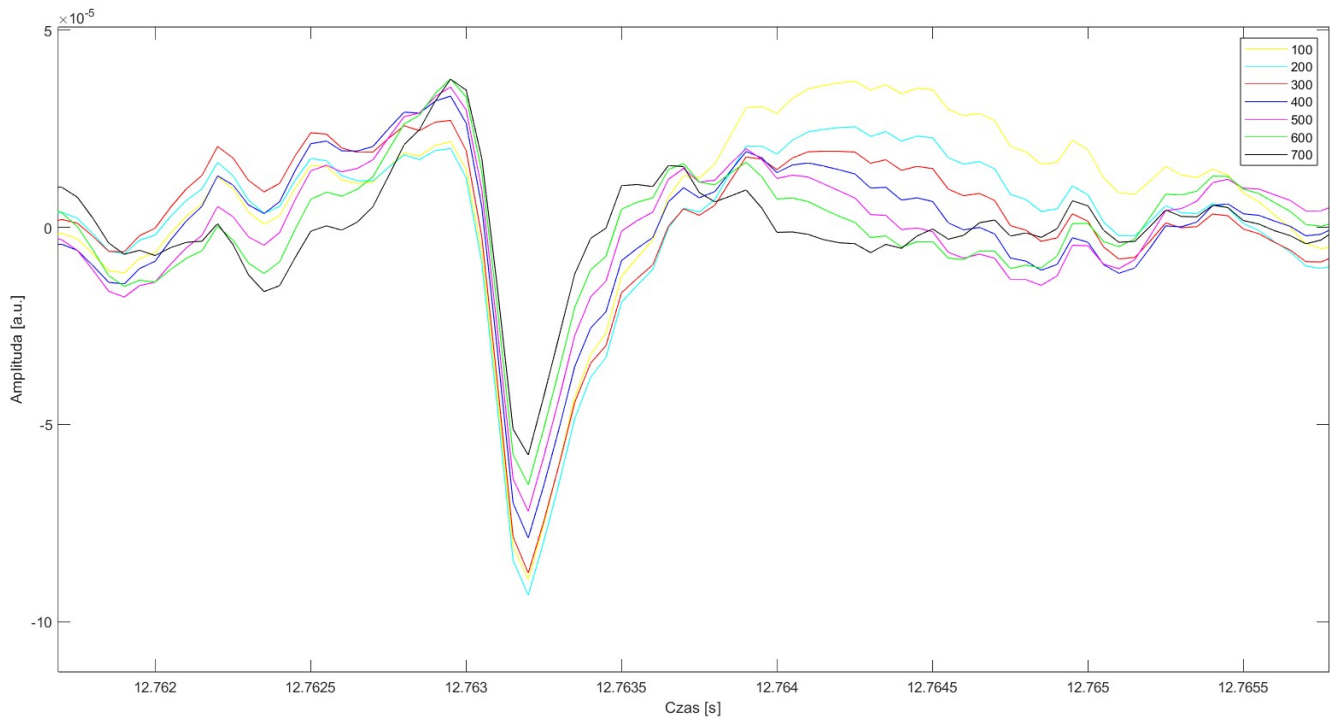
*sinus2=cos(2*pi*0.2*[1:N+1]).*

W naszym przypadku f_s wynosi 1.

4 Filtracja danych elektrofizjologicznych na potrzeby detekcji potencjałów czynnościowych.



Rys. 13 – Oryginalny sygnał przefiltrowany przez zaprojektowane filtry górnoprzepustowe o odpowiednich częstotliwościach granicznych.



Rys. 14 – Oryginalny sygnał przefiltrowany przez zaprojektowane filtry górnoprzepustowe o odpowiednich częstotliwościach granicznych. (przybliżenie)

Jak widać na powyższych wykresach, im wyższa częstotliwość graniczna wykorzystanego filtra tym lepsze tłumienie składowych niskoczęstotliwościowych. Proces ten odbywa się jednak również kosztem wysokoczęstotliwościowego piku (który chcemy obserwować), ponieważ jego amplituda również maleje wraz ze wzrostem częstotliwości granicznej. Zarejestrowany potencjał czynnościowy jest widoczny dla wszystkich zastosowanych filtrów, jednak najlepszy jest dla filtra o $F_g = 200\text{Hz}$. Dla filtra o $F_g = 100\text{Hz}$ jest on widoczny już nieco gorzej, natomiast tłumienie niskich częstotliwości jest już wyraźnie gorsze. Filtr o częstotliwości granicznej równej 200 jest zatem wg mnie najlepszym wyborem i zachowuje złoty środek.