

Laboratorium Podstaw Cyfrowego Przetwarzania Sygnałów

Protokół z ćwiczenia: Zastosowania

Imię i nazwisko:

Grupa:

Data:

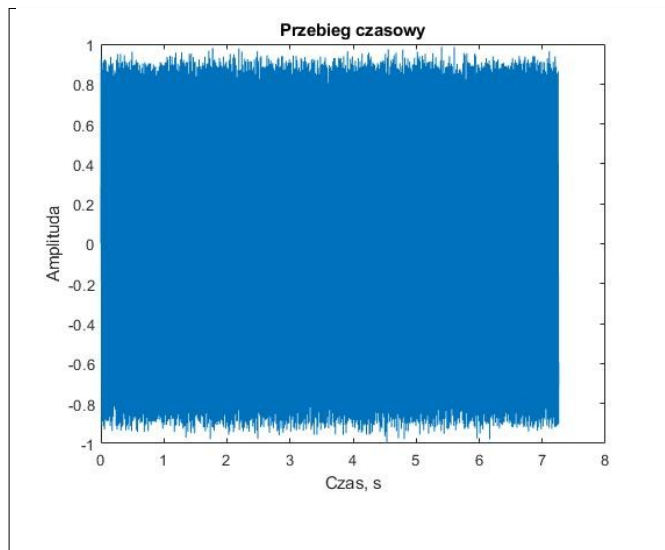
Martyna Kurbiel	TI2 (zajęcia z grupą TI1 sek.1)	8.12.2020
-----------------	---------------------------------	-----------

Przebieg ćwiczenia:

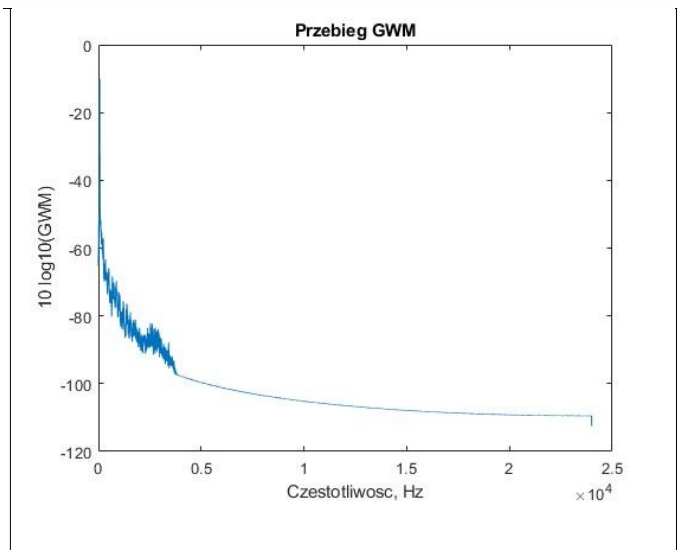
Zadanie I – Analiza czasowo-częstotliwościowa sygnału mowy

1. Analiza całego sygnału.

Przebieg czasowy:

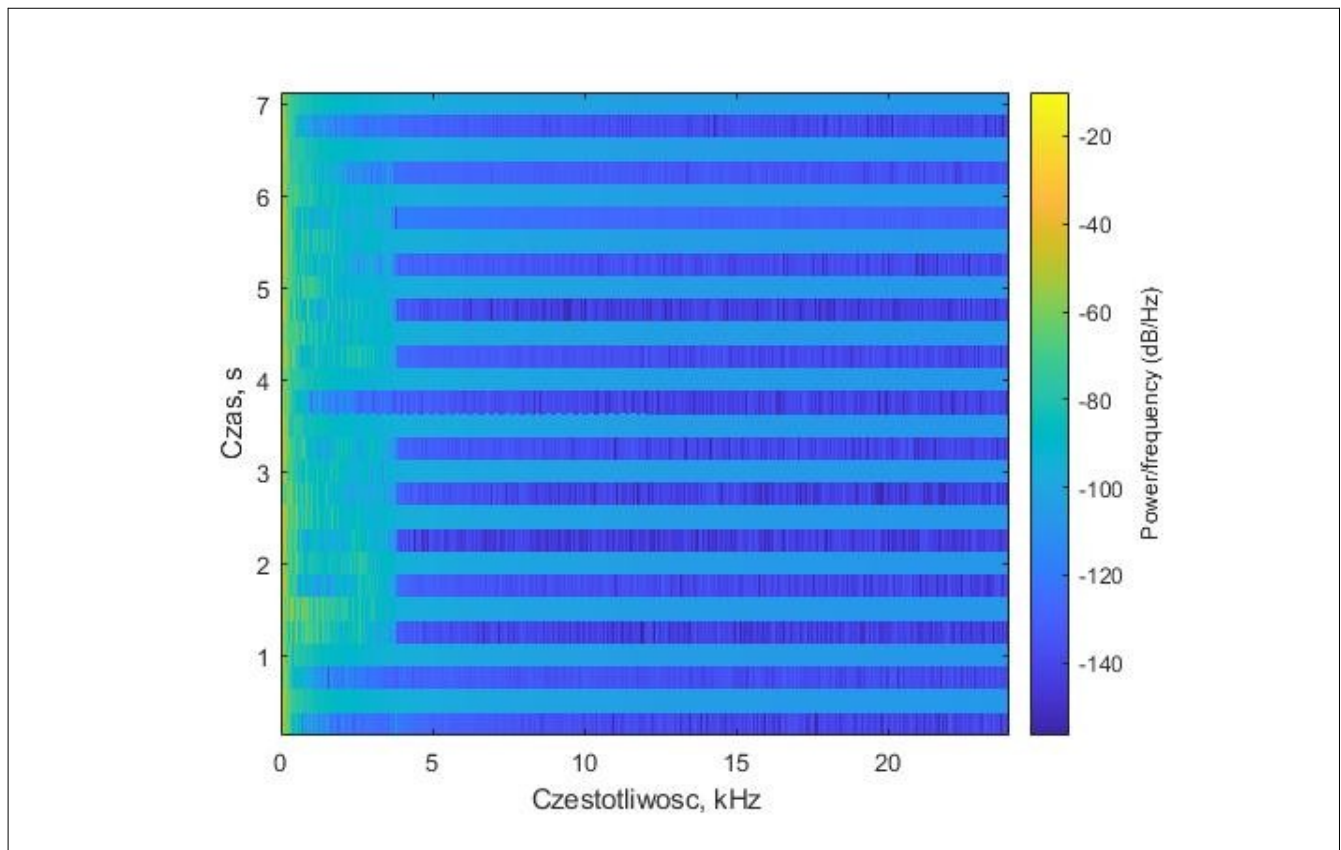


GWM:



2. Analiza spektrogramu.

Spektrogram:



Wnioski:

Z wykresów wnioskuję, że dany sygnał mowy jest niestacjonarny z zakłóceniem stacjonarnym (sinusoida dla częstotliwości $f=66\text{Hz}$) oraz dodatkowo szumem, który jest niestacjonarny. Odzworowaniem tego w dziedzinie czasu i częstotliwości jest spektrogram. Częstotliwość próbkowania to $f_p=48000\text{ Hz}$. Przebieg czasowy ma charakter znormalizowany (amplituda od -1 do 1).

Kod m-file'a:

```
[ x2, fp ] = audioread('a_8.wav');
N=length(x2);
sound(x2);

%czasowy
Tp=1/fp;
t=(0:Tp:N/fp-Tp)';
figure;
plot(t,x2)
title 'Przebieg czasowy';
xlabel('Czas, s');
ylabel('Amplituda');

%gwm
[X2, f2] = pwelch(x2, fp/2, [], fp/2, fp);
figure;
plot(f2, 10*log10(X2));
title 'Przebieg GWM';
```

```

xlabel('Czestotliwosc, Hz');
ylabel('10 log10(GWM)');

% spektrogram

figure;
spectrogram(x2,fp/2,[],fp/2,fp);
xlabel('Czestotliwosc, kHz');
ylabel('Czas, s');

```

Zadanie II – Filtracja zakłóceń dla sygnału mowy

1. Wskazanie 2 typów filtrów najbardziej odpowiednich do filtracji zakłócenia.

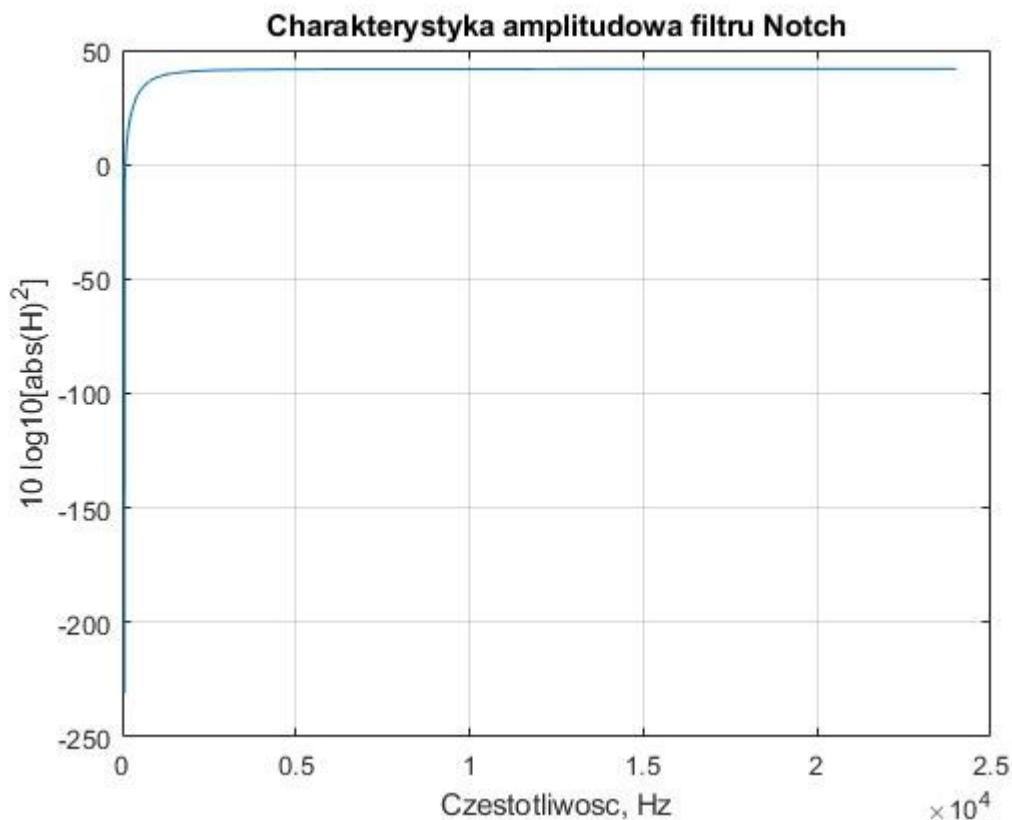
2. Dobór parametrów filtrów.

a) filtr 1 typu ...Notch

$F_c = 66$; -częstotliwość centralna

$a=1.1$ -po zwiększeniu a zwiększa się amplituda w paśmie zaporowym

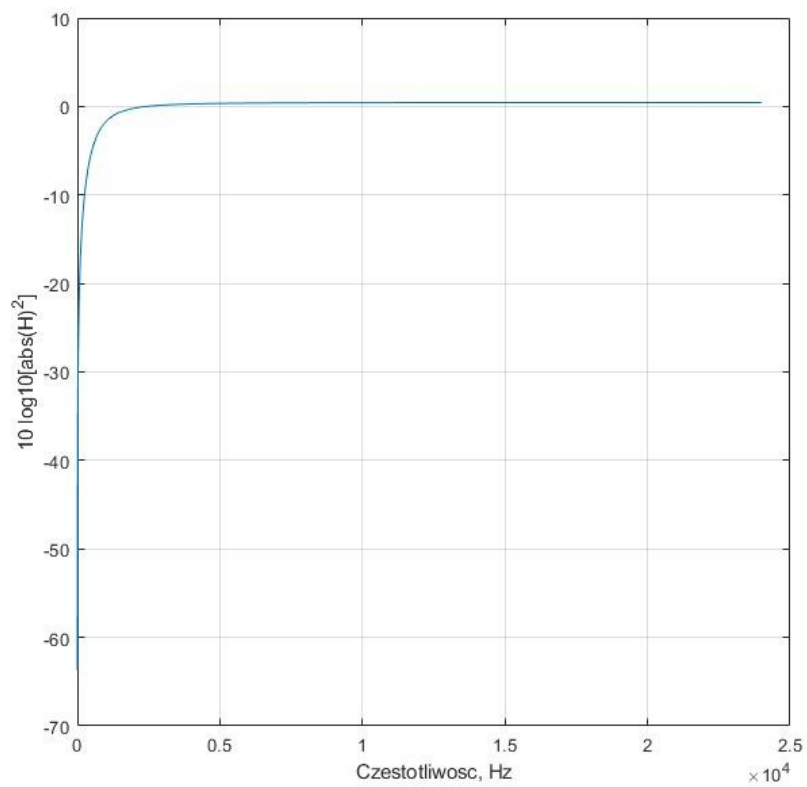
Charakterystyka amplitudowa:



a) filtr 2 typu ...górnoprzepustowy

$P=0.9$ Im większe tym większa amplituda w przebiegu czasowym, węższe pasmo przejściowe, mniejsze tłumienie w paśmie zaporowym.

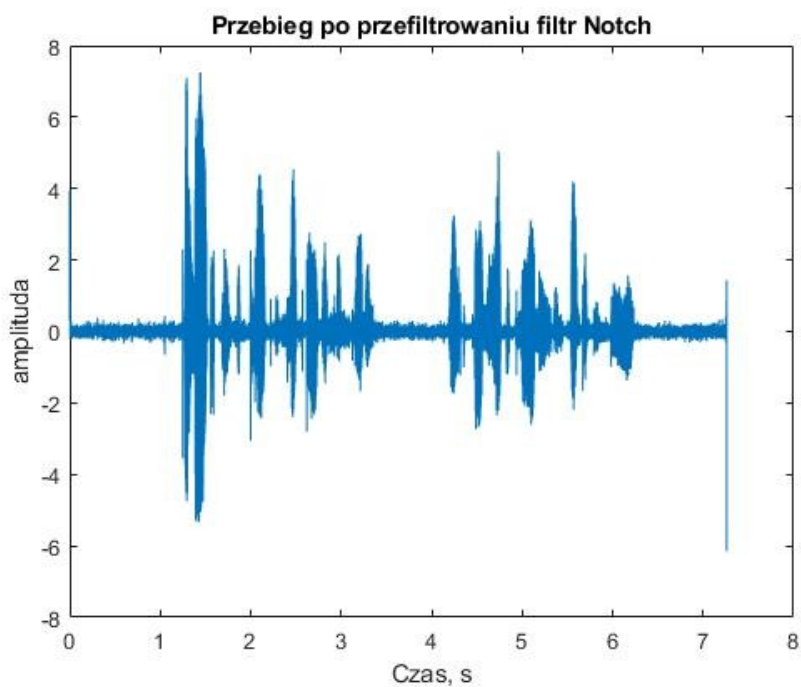
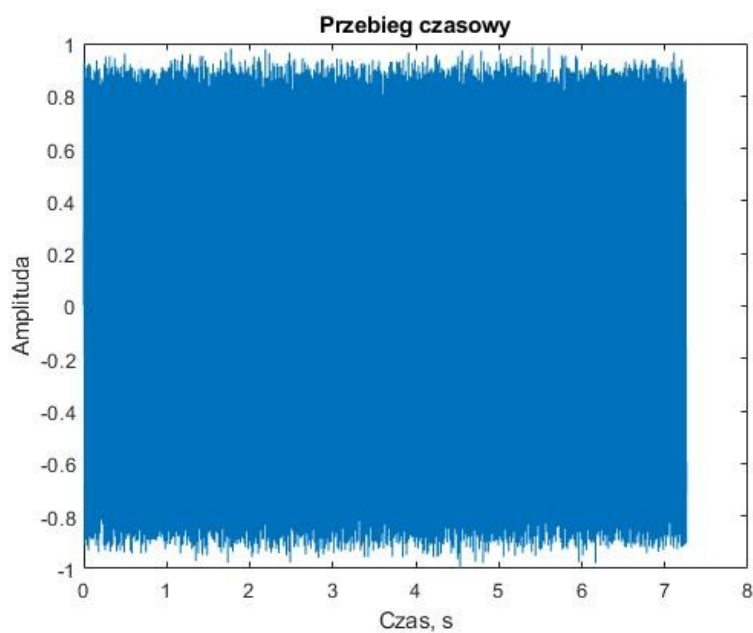
Charakterystyka amplitudowa:



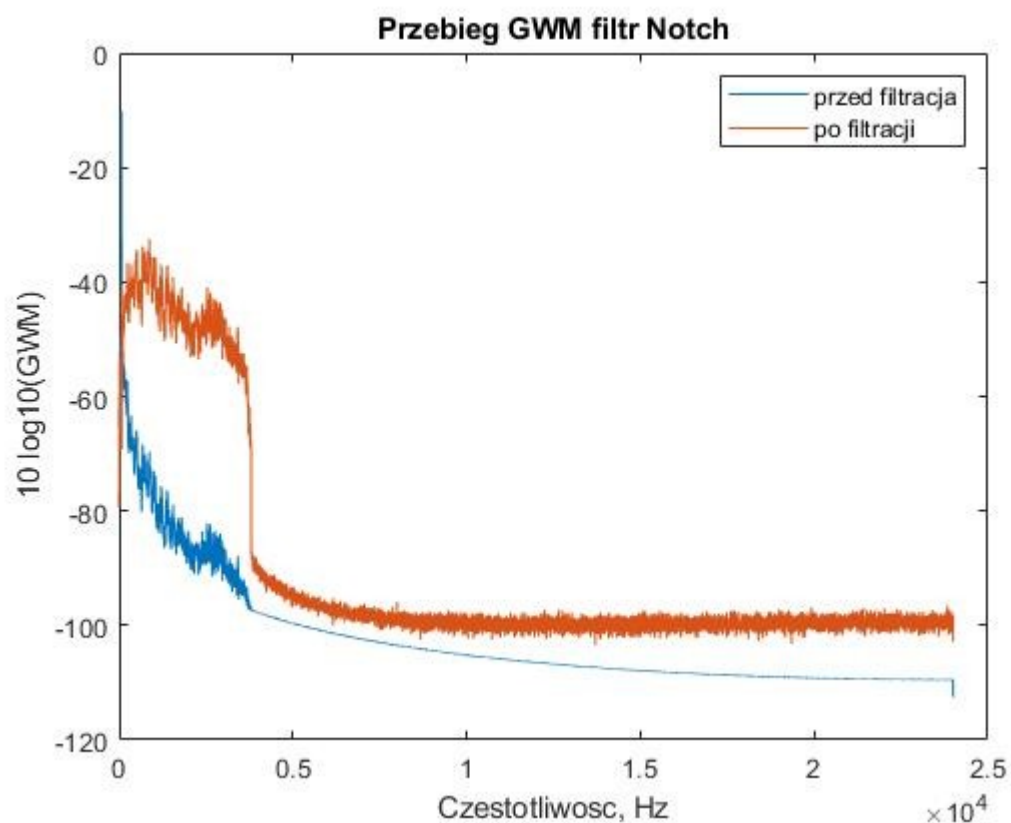
a) filtr 1 typu ... Notch

Porównanie przebiegów czasowych przed i po usunięciu zakłócenia:

przed filtracją



Porównanie GWM przed i po usunięciu zakłócenia:

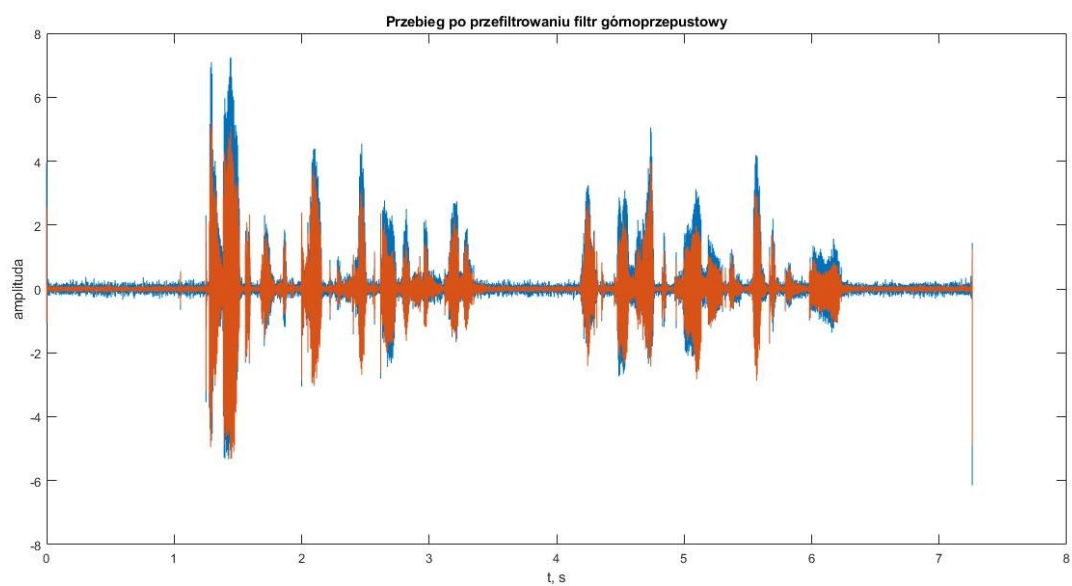


Wnioski:

Wybrane filtry: Notch i górnoprzepustowy. Nie można tutaj użyć filtra dolnoprzepustowego, ponieważ wtedy nie zostałyby sfiltrowane zakłócenia o niższych częstotliwościach. Po filtracji zakłóceń filtrem typu Notch wykres przebiegu czasowego oraz GWM bardzo się poprawił. Zwiększyły się wartości GWM, natomiast filtr wyłumił zakłócenie dla częstotliwości 66 Hz i GWM tutaj jest mniejsze.

b) filtr 2 typu ... górnoprzepustowy

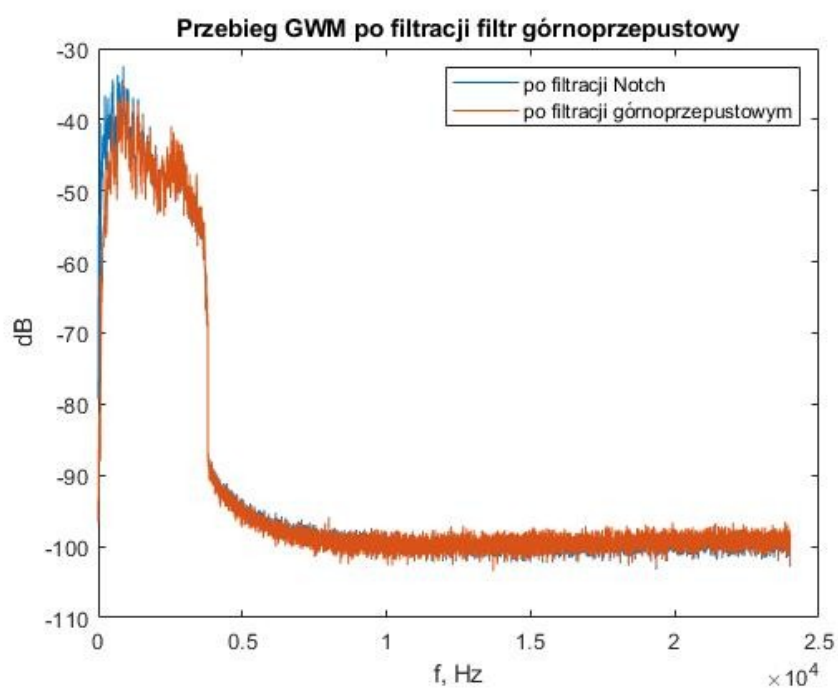
Porównanie przebiegów czasowych przed i po usunięciu zakłócenia:



czerwony- po filtracji górnoprzepustowym

niebieski – po filtracji Notch

Porównanie GWM przed i po usunięciu zakłócenia:



Wnioski:

Filtr górnoprzepustowy jeszcze bardziej wytłumił najniższe częstotliwości – GWM, wszystkie wyższe częstotliwości przepuścił zgodnie z założeniami. Zmniejszyła się amplituda w przebiegu czasowym. Jeszcze bardziej poprawił się przebieg czasowy, zakłócenia sfiltrowane i przebieg GWM.

Kod m-file'a:

```
%FILTR NOTCH

fc=66;
N=fp;
b=-2*cos(2*pi*fc*Tp);

L2 = [1 -2*cos(2*pi*fc/fp) 1];
a = 1.1;
M2 = [a^2 a*b 1];
K = (a^2-2*a*cos(2*pi*fc/fp)+1)/(1-2*cos(2*pi*fc/fp)+1);
L2=L2*K;
y2 = filter(L2,M2,x2);
figure;
plot(t,y2)
title 'Przebieg po przefiltrowaniu filtr Notch';
xlabel('Czas, s');
ylabel('amplituda');

[Y2, f2] = pwelch(y2, fp/2, [], fp/2, fp);
figure;
plot(f2, 10*log10(Y2)); %zakłóceniem
hold on
plot(f2, 10*log10(Y2)); %przefiltrowany
title 'Przebieg GWM filtr Notch';
xlabel('Częstotliwość, Hz');
ylabel('10 log10(GWM)');

[H2, freqz_f2] = freqz(L2, M2, fp, fp);
figure
plot(freqz_f2, 10*log10(abs(H2).^2));
xlabel('Częstotliwość, Hz');
ylabel('10 log10[abs(H)^2]');
title('Charakterystyka amplitudowa filtru Notch')
grid on;

%FILTR górnoprzepustowy

p=0.9;
N=fp;
filtrp=1-p;
L5 = [1 -p]-[0 filtrp];
M5 = [1 -p];
y3 = filter(L5,M5,y2);
figure;
plot(t,y2)
hold on
plot(t,y3)
title 'Przebieg po przefiltrowaniu filtr górnoprzepustowy';
xlabel('t, s');
ylabel('amplituda');

[U1, f6] = pwelch(y3, fp/2, [], fp/2, fp);
figure;
plot(f2, 10*log10(Y2));
hold on
plot(f6, 10*log10(U1));
title 'Przebieg GWM po filtracji filtr górnoprzepustowy';
```



```

xlabel('f, Hz');
ylabel('dB');

[H6, freqz_f6] = freqz(L5, M5, fp, fp);
figure
plot(freqz_f6, 10*log10(abs(H6).^2));
xlabel('Czestotliwosc, Hz');
ylabel('10 log10[abs(H)^2]');
grid on;

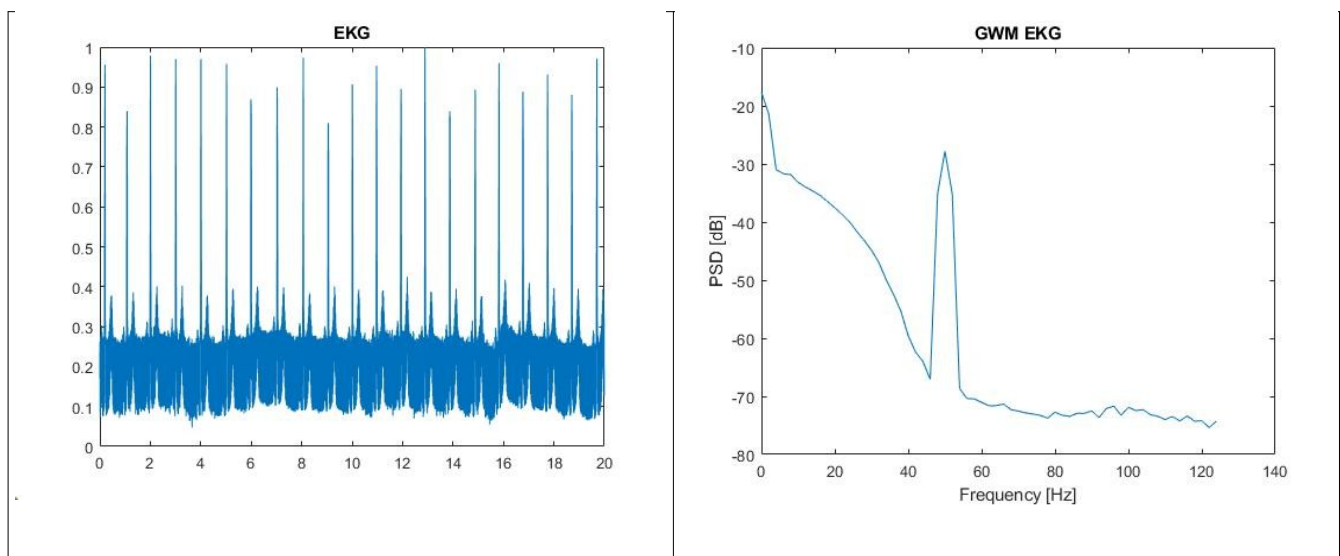
```

Zadanie III – Analiza czasowo-częstotliwościowa sygnału EKG

1. Analiza całego sygnału.

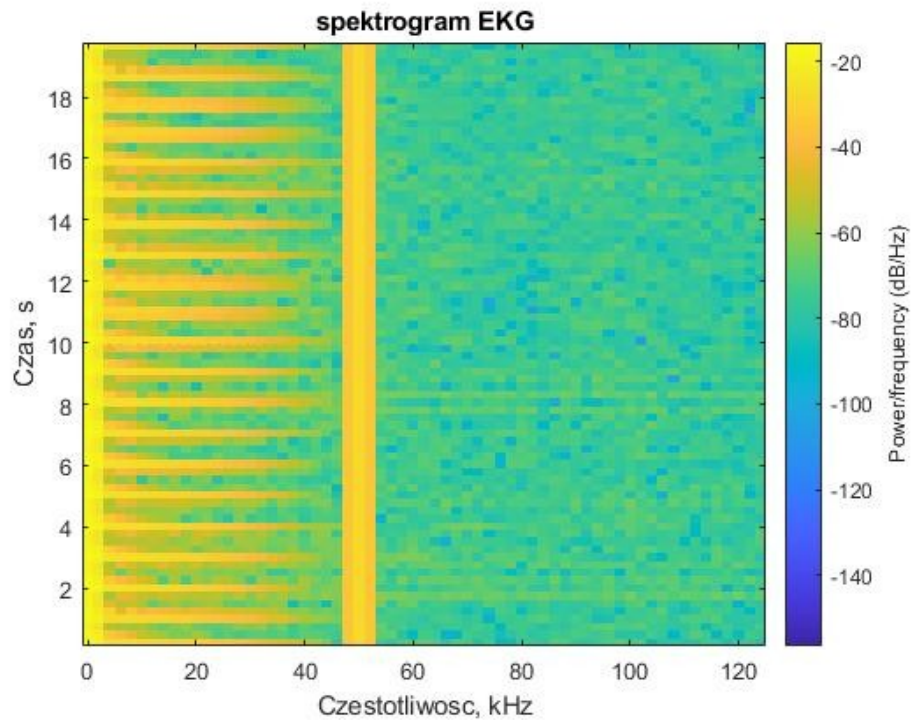
Przebieg czasowy:

GWM:



2. Analiza spektrogramu.

Spektrogram:



Wnioski:

Sygnal jest niestacjonarny ponieważ wraz z upływem czasu widoczne są nagłe zmiany wartości. Częstotliwość próbkowania wynosi: $f_s = 250$ Hz więc wykreślony zostaje wykres GWM do częstotliwości Nyquista $f_n = 125$ Hz. Widoczne jest zakłócenie o charakterze stacjonarnym dla częstotliwości centralnej $f_c = 50$ Hz. Odzworowaniem tego w dziedzinie czasu i częstotliwości jest spektrogram.

Kod m-file'a:

```
ekg=load('e_8.mat');
fs=250;
NFFT=fs/2;
Tp=1/fs;
N=length(ekg.y);
t=(0:Tp:Tp*(N-1))';

%czasowy

figure;
plot(t, ekg.y);
title('EKG');

%GWM EKG

[X, f] = pwelch(ekg.y, NFFT, [], NFFT, fs);

figure;
plot(f, 10*log10(X));
title('GWM EKG');
xlabel('Frequency [Hz]');
ylabel('PSD [dB]');

%spektrogram

figure;
```

```
spectrogram(ekg.y,fs/2,[],fs/2,fs)
title 'spektrogram EKG';
xlabel('Czestotliwosc, kHz');
ylabel('Czas, s');
```

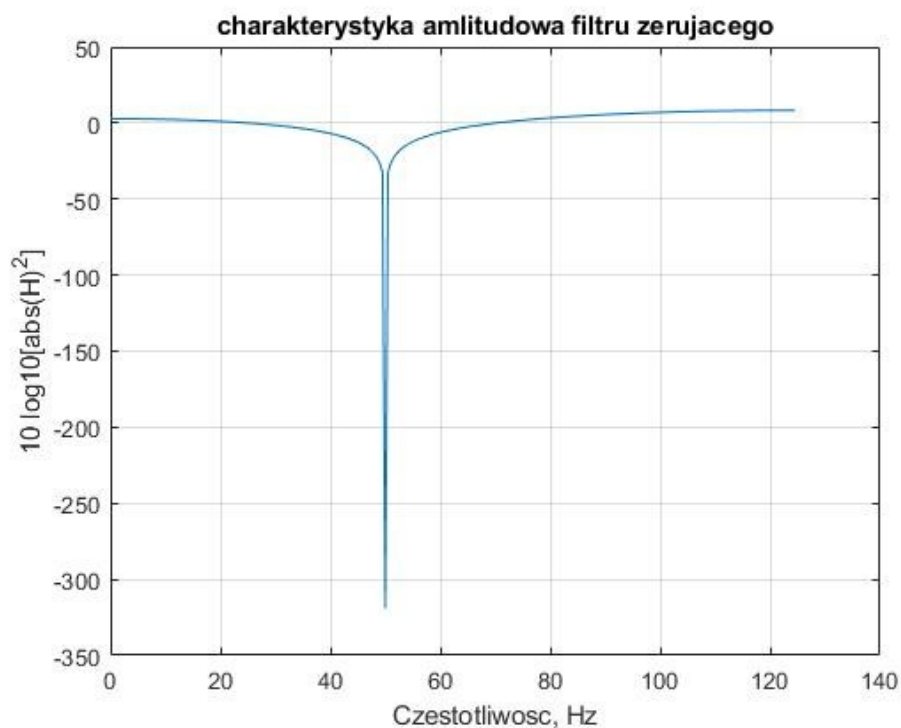
Zadanie IV – Filtracja zakłóceń dla sygnału EKG

1. Wskazanie 2 typów filtrów najbardziej odpowiednich do filtracji zakłócenia.
2. Dobór parametrów filtrów.

a) filtr 1 typu ...Zerujący

$f_c = 50$; -częstotliwość centralna

Charakterystyka amplitudowa:

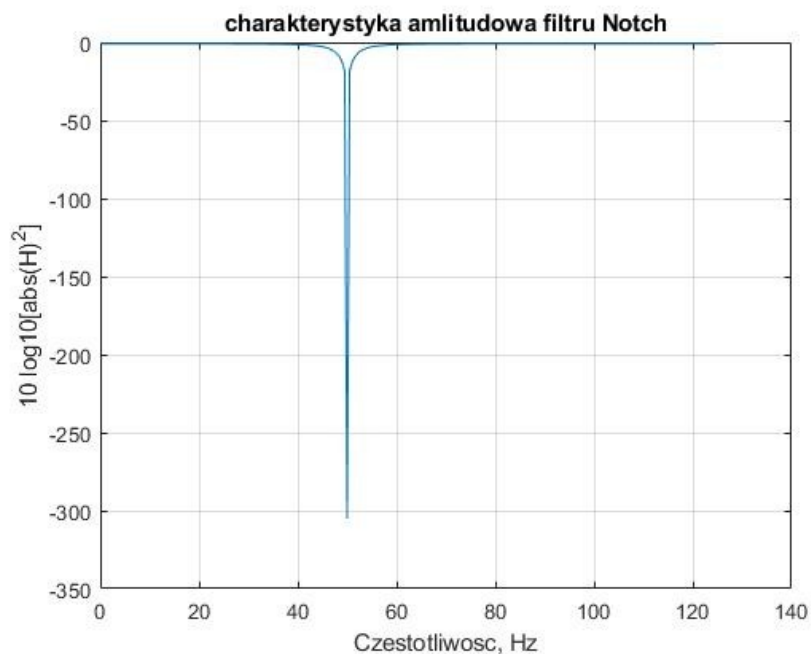


a) filtr 2 typu ...Notch

$F_c = 50$; -czestotliwosc centralna

$a = 1.1$ -po zwiększeniu 'a' zwiększa się amplituda w paśmie zaporowym

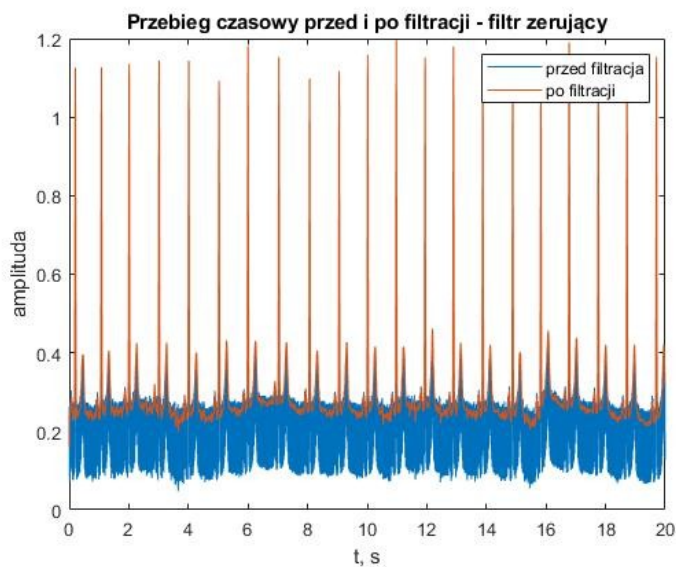
Charakterystyka amplitudowa:



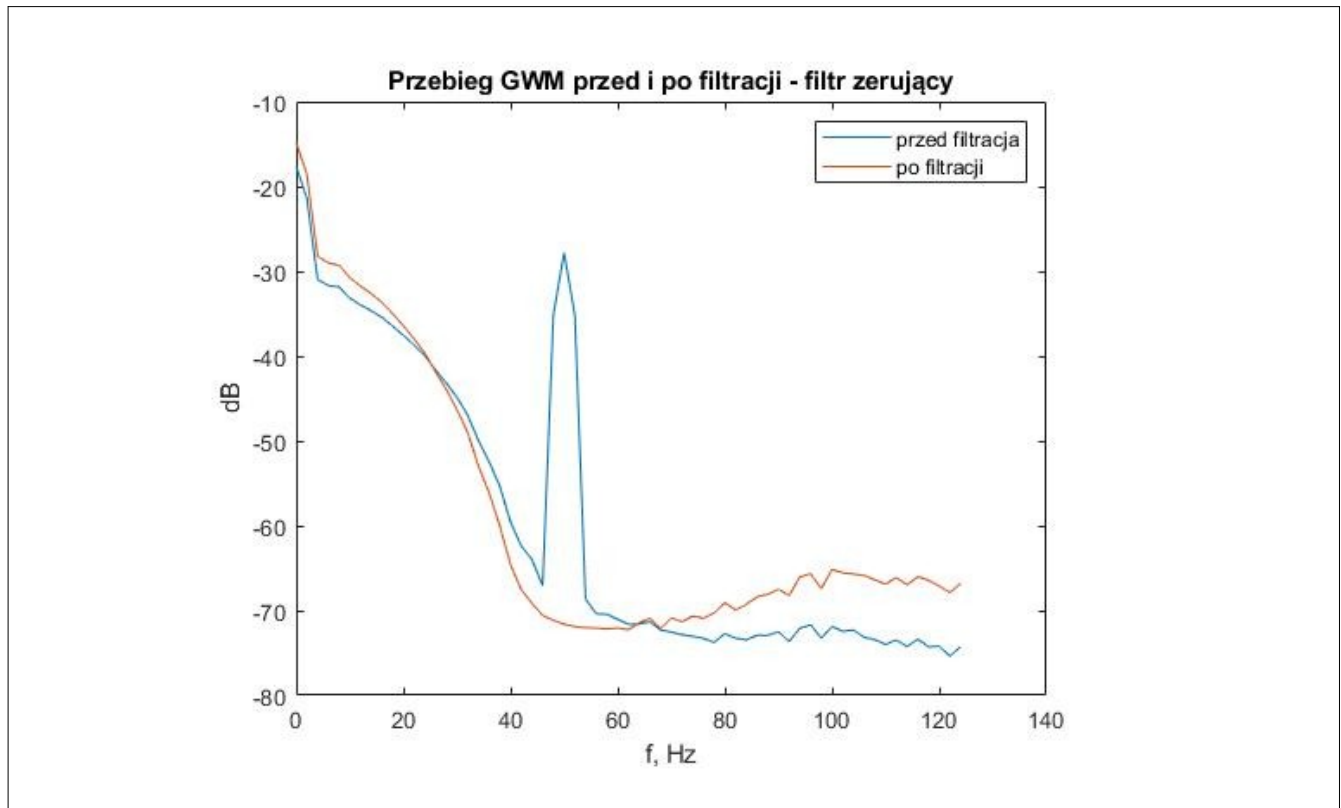
3. Wyniki filtracji

a) filtr 1 typu ...zerujący

Porównanie przebiegów czasowych przed i po usunięciu zakłócenia:



Porównanie GWM przed i po usunięciu zakłócenia:

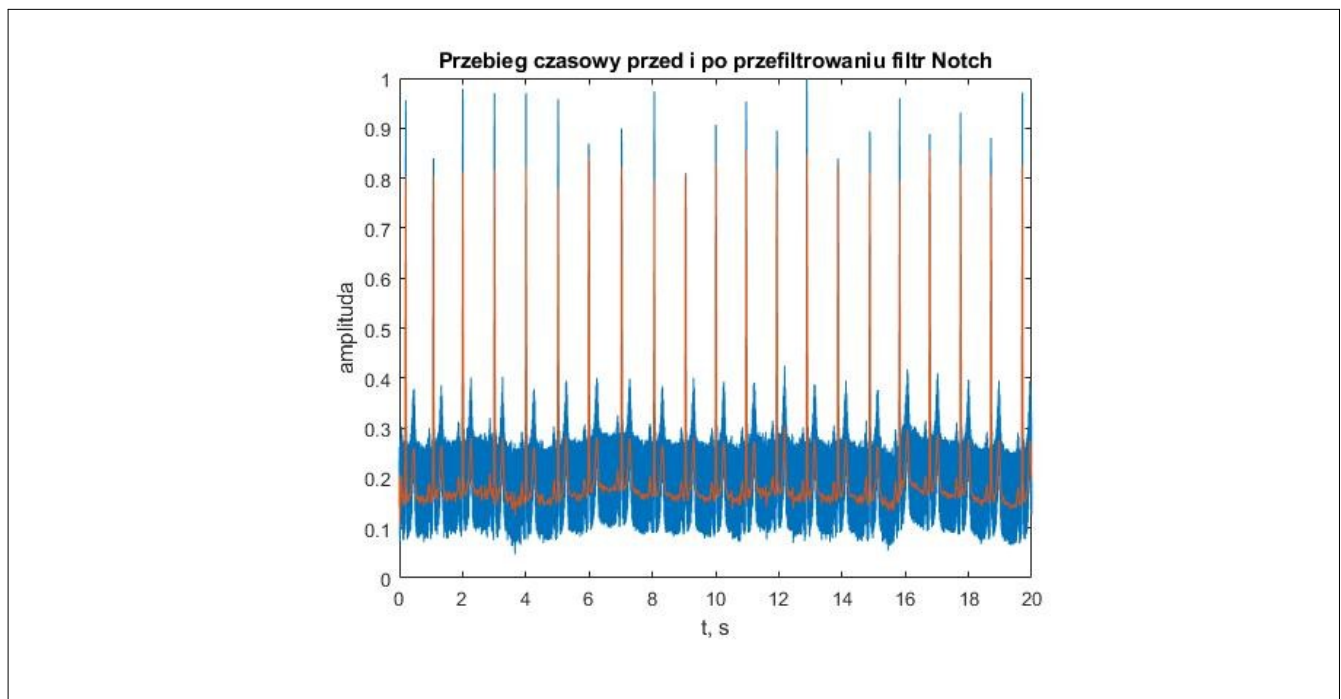


Wnioski:

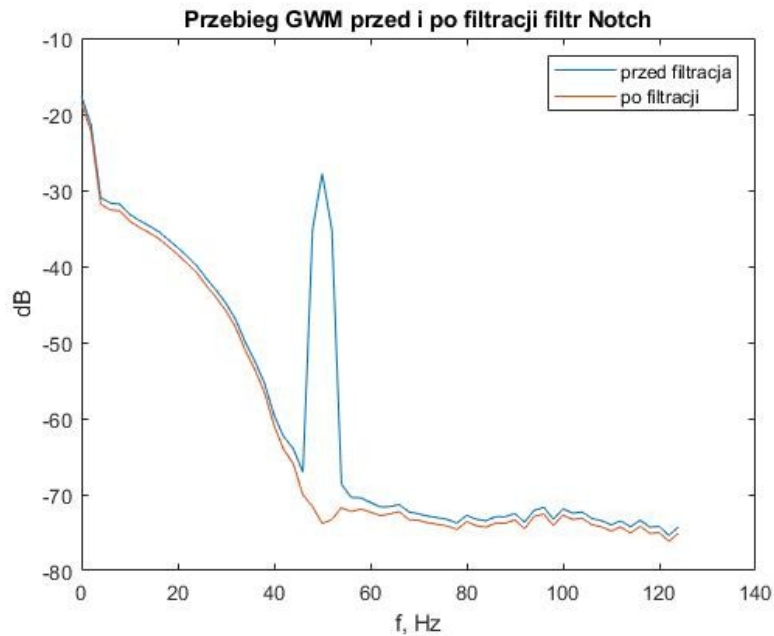
Filtr zerujący sfiltrował zakłócenie i nie jest już ono widoczne dla częstotliwości 50 Hz. Została zwiększona amplituda w przebiegu czasowym. Na wykresie GWM widać małe różnice dla częstotliwości wyższych oraz niższych. Poprawnie zostało sfiltrowanie zakłócenie.

b) filtr 2 typu ... Notch

Porównanie przebiegów czasowych przed i po usunięciu zakłócenia:



Porównanie GWM przed i po usunięciu zakłócenia:



Wnioski:

Filtr typu Notch poprawnie sfiltrował zakłócenie i nie jest ono widoczne dla częstotliwości $F_c=50\text{Hz}$. Dla innych częstotliwości przebieg jest bardzo podobny tylko osiąga minimalnie niższe wartości. Na przebiegu czasowym widoczna mniejsza amplituda po filtracji.

Kod m-file'a:

```
%filtr zerujący

fc=50;
L = [1 -2*cos(2*pi*fc/fs) 1];
M = [1];
y = filter(L,M,ekg.y);
figure;
t=(0:Tp:N/fs-Tp)';
plot(t,ekg.y)
hold on
plot(t,y)
title 'Przebieg czasowy przed i po filtracji - filtr zerujący';
xlabel('t, s');
ylabel('dB');

[Y, f2] = pwelch(y, fs/2, [], fs/2, fs);
figure;
plot(f, 10*log10(X));
hold on
plot(f2, 10*log10(Y));
title 'Przebieg GWM przed i po filtracji - filtr zerujący';
xlabel('f, Hz');
ylabel('dB');

[H, freqz_f] = freqz(L, M, fs, fs);
figure
plot(freqz_f, 10*log10(abs(H).^2));
xlabel('Czestotliwosc, Hz');
ylabel('10 log10[abs(H)^2]');
```

```

title('charakterystyka amplitudowa filtru zerujacego');
grid on;

%filtr Notch

fc=50;

b=-2*cos(2*pi*fc/fs);
a=1.1;
L2 = [1 b 1];
M2 = [a^2 a*b 1];
%K=(a^2-2*a*cos(2*pi*fc/fs)+1)/(1-2*cos(2*pi*fc/fs)+1);
%L2=K*L1;

y1 = filter(L2,M2,ekg.y);
figure;
plot(t, ekg.y);
hold on
plot(t,y1)
title 'Przebieg czasowy przed i po przefiltrowaniu filtr Notch';
xlabel('t, s');
ylabel('dB');

[Y1, f2] = pwelch(y1, fs/2, [], fs/2, fs);
figure;
plot(f, 10*log10(X));
hold on
plot(f2, 10*log10(Y1));
title 'Przebieg GWM przed i po filtracji filtr Notch';
xlabel('f, Hz');
ylabel('dB');

[H2, freqz_f2] = freqz(L2, M2, fs, fs);
figure
plot(freqz_f2, 10*log10(abs(H2).^2));
xlabel('Czestotliwosc, Hz');
ylabel('10 log10[abs(H)^2]');
title('charakterystyka amplitudowa filtru Notch');
grid on;

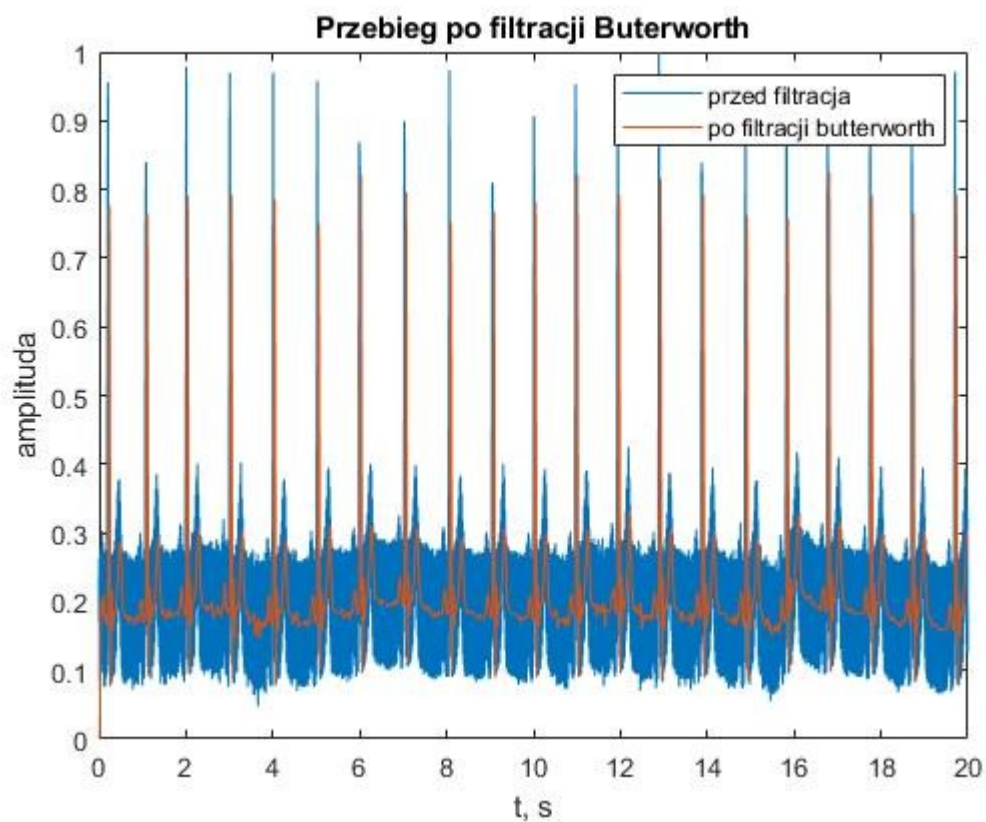
```

Zadanie *VII – Filtracja zakłócenia sygnału EKG, dodatkowy filtr wyższego rzędu (2 pkt)

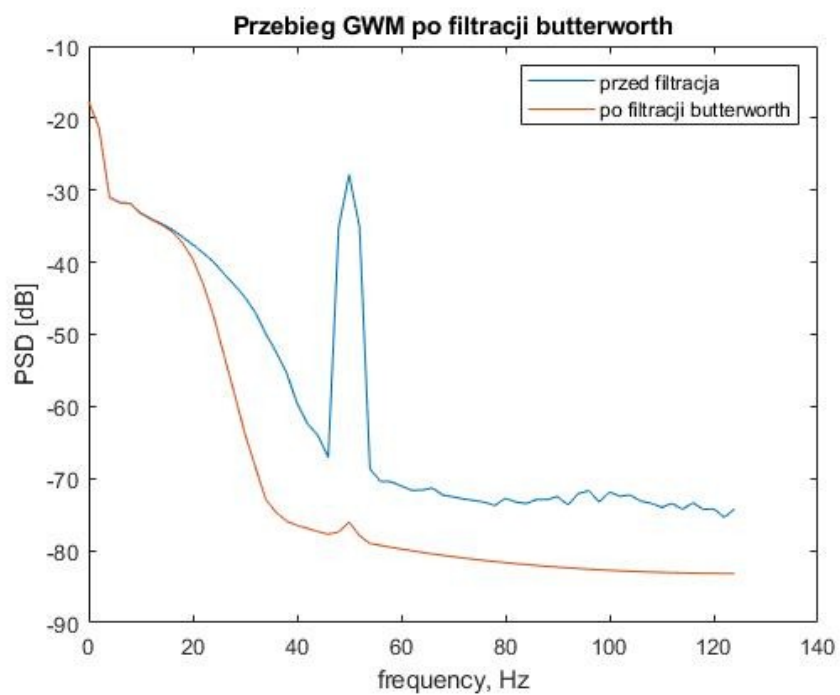
1. Dla sygnału z punktu IV) wskazać trzeci typu filtru wyższego rzędu odpowiedni do filtracji zakłócenia. Dobrać parametry wskazanego filtru w celu usunięcia zakłócenia, uzasadnić ich wartości. Wykreślić i przeanalizować charakterystykę amplitudową zaprojektowanego filtru.
2. Przeprowadzić filtrację. Wykreślić i scharakteryzować porównanie przebiegów czasowych i GWM sygnałów przed i po usunięciu zakłócenia.

ZADANIE NA NASTĘPNEJ STRONIE.

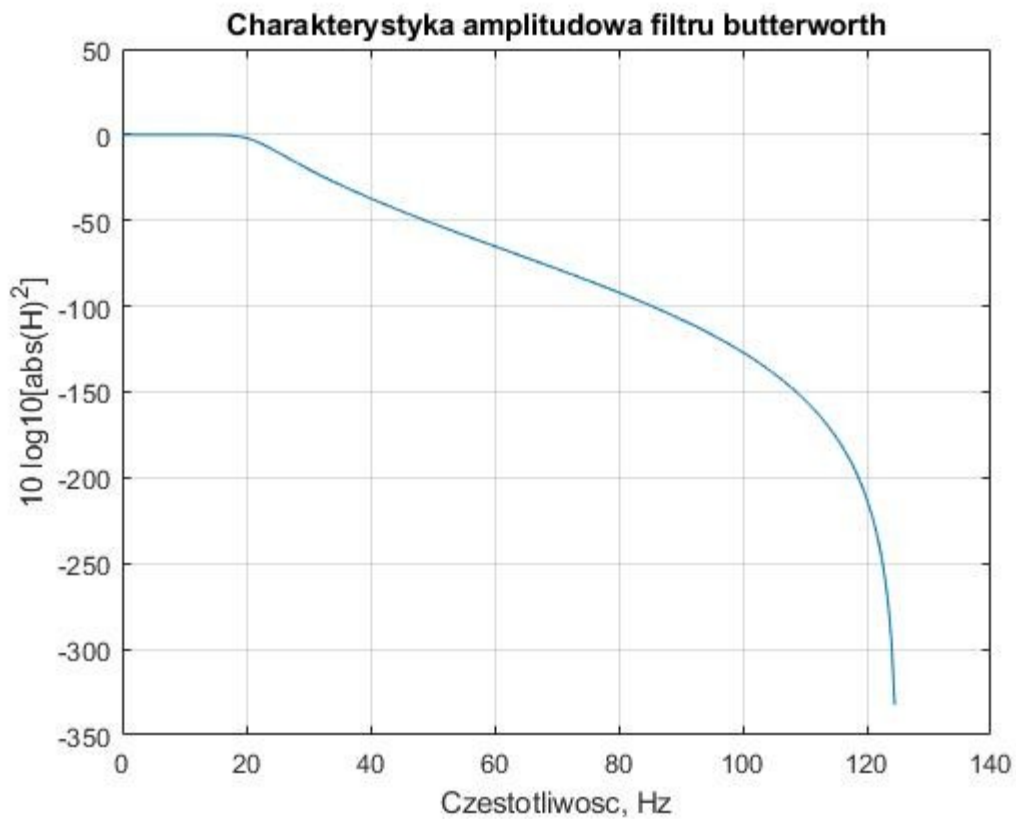
Porównanie przebiegów czasowych dla obu algorytmów filtracji:



Porównanie GWM dla obu algorytmów filtracji:



Charakterystyka amplitudowa filtru:



Wnioski:

Trzeci typ filtru odpowiedni do filtracji zakłóconego sygnału EKG to filtr butterworth. Filtr ten wytłumił zakłócenia co widać na wykresie GWM oraz na przebiegu czasowym.

Kod m-file'a:

```
%Butterworth
Wp=40/fs;
Ws=60/fs;
Rp=3;
Rs=20;

[n,Wn]=buttord(Wp,Ws,Rp,Rs);
[B,A]=butter(n,Wn);

%czasowy
y4=filter(B,A,ekg.y);
figure;
plot(t,ekg.y)
hold on
plot(t,y4)
title 'Przebieg po filtracji Buterworth';
xlabel('t, s');
ylabel('amplituda');

%gwm
[Y4, f2] = pwelch(y4, fs/2, [], fs/2, fs);
```

```
figure;
plot(f, 10*log10(X));
hold on
plot(f2, 10*log10(Y4));
title 'Przebieg GWM po filtracji butterworth';
xlabel('frequency, Hz');
ylabel('PSD [dB]');

[HB, freqz_f7] = freqz(B, A, fs, fs);
figure
plot(freqz_f7, 10*log10(abs(HB).^2));
xlabel('Czestotliwosc, Hz');
ylabel('10 log10[abs(H)^2]');
grid on;
```