

Przetwarzanie Sygnałów Cyfrowych

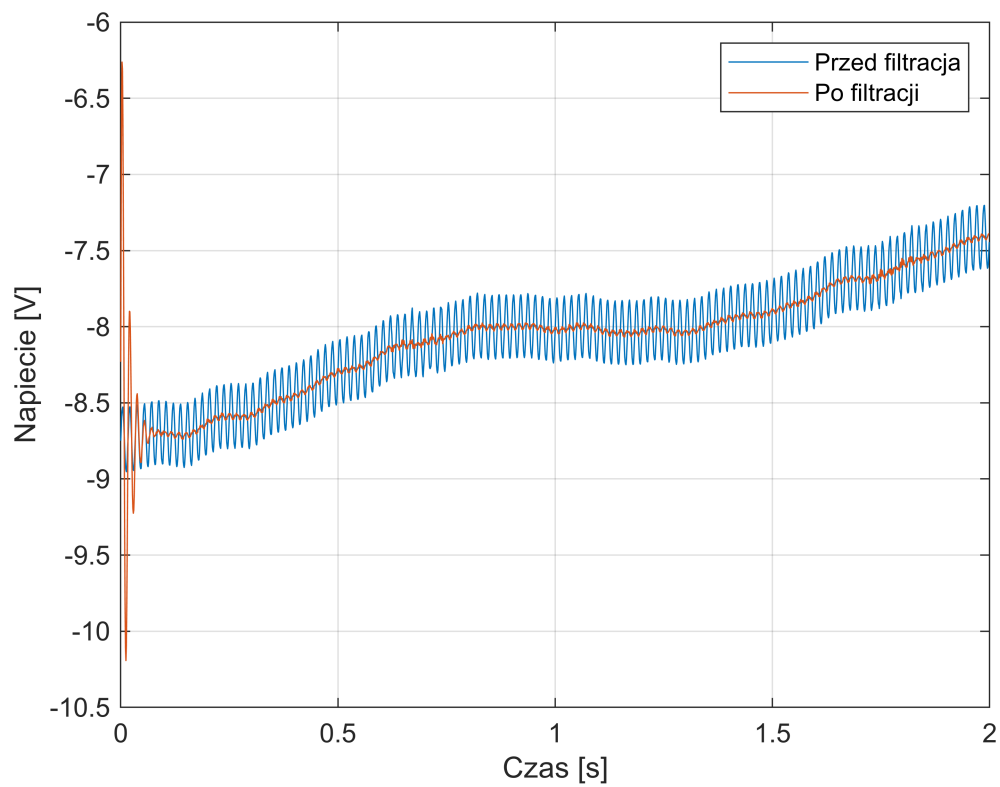
Parametry sygnałów cyfrowych

Jan Rosa 410269 AiR

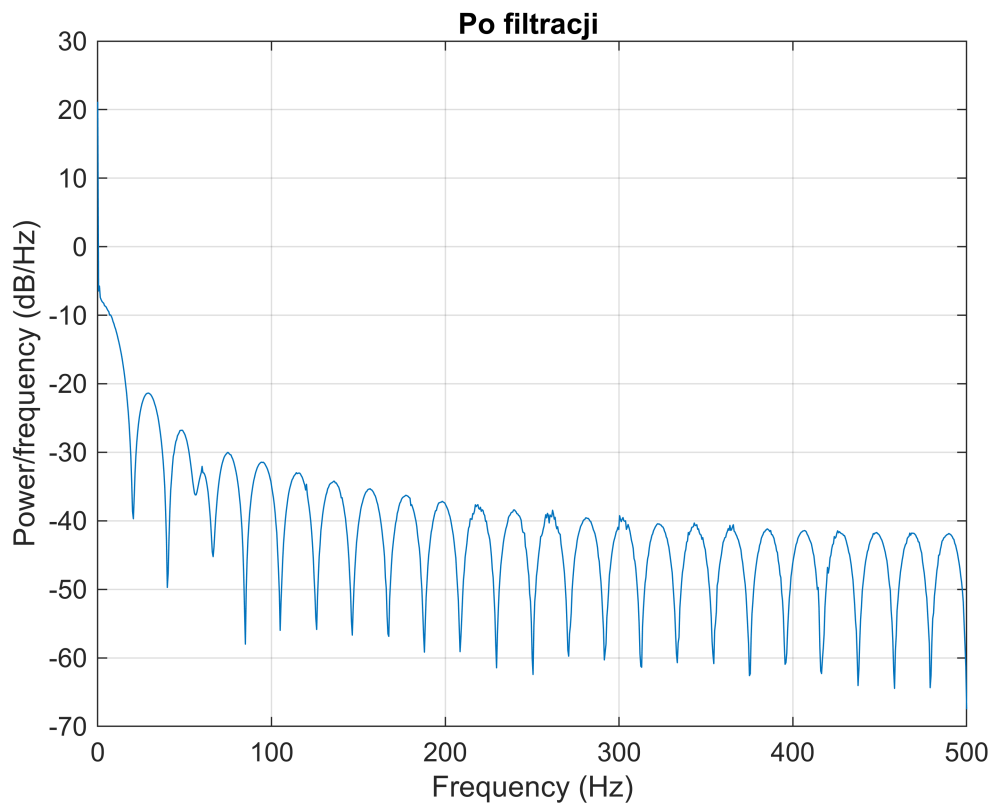
Zad 1

Korzystając z Przykładu 2 zaprojektować filtr wycinający składowe częstotliwości od 50-70 Hz.

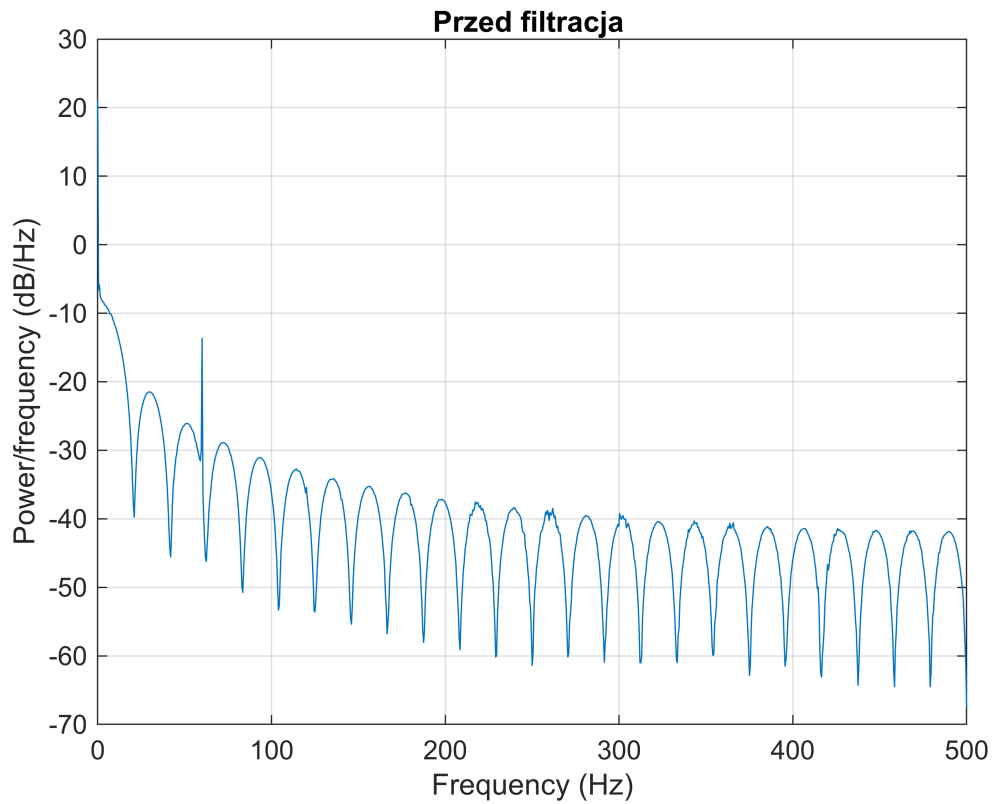
```
% wczytywanie pliku
figure
load openloop60hertz, openLoop=openLoopVoltage;
Fs=1000;
t=(0:length(openLoop)-1)/Fs;
plot(t, openLoop); box on; grid on;
ylabel 'Voltage [V]', xlabel 'Time [s]'
title 'Open-Loop Voltage with Noise'
%% Power spectrum - Moc
%% na ok 60 Hz widzimy
figure;
periodogram(openLoop, [], [], Fs);
%% Projektujemy filtr
filtCoeff= designfilt('bandstopiir', 'FilterOrder', 2,...
'HalfPowerFrequency1', 50, 'HalfPowerFrequency2', 70, ...
'SampleRate', Fs);
%% Wykres filtru
%fvtool(filtCoeff)
noiseFreeSignal= filter(filtCoeff, openLoop);
%% sprawdzamy wynik w dziedzinie czasu
close all;
figure;
plot (t, openLoop, t, noiseFreeSignal); grid on;
legend('Przed filtracją', 'Po filtracji');
ylabel 'Napięcie [V]', xlabel 'Czas [s]'
```



```
%% sprawdzamy wynik w dziedzinie częstotliwości
figure;
periodogram(noiseFreeSignal, [], [], Fs);
title('Po filtracji');
```



```
figure;  
periodogram(openLoop, [], [], Fs);  
title('Przed filtracja ');  
hold off;
```



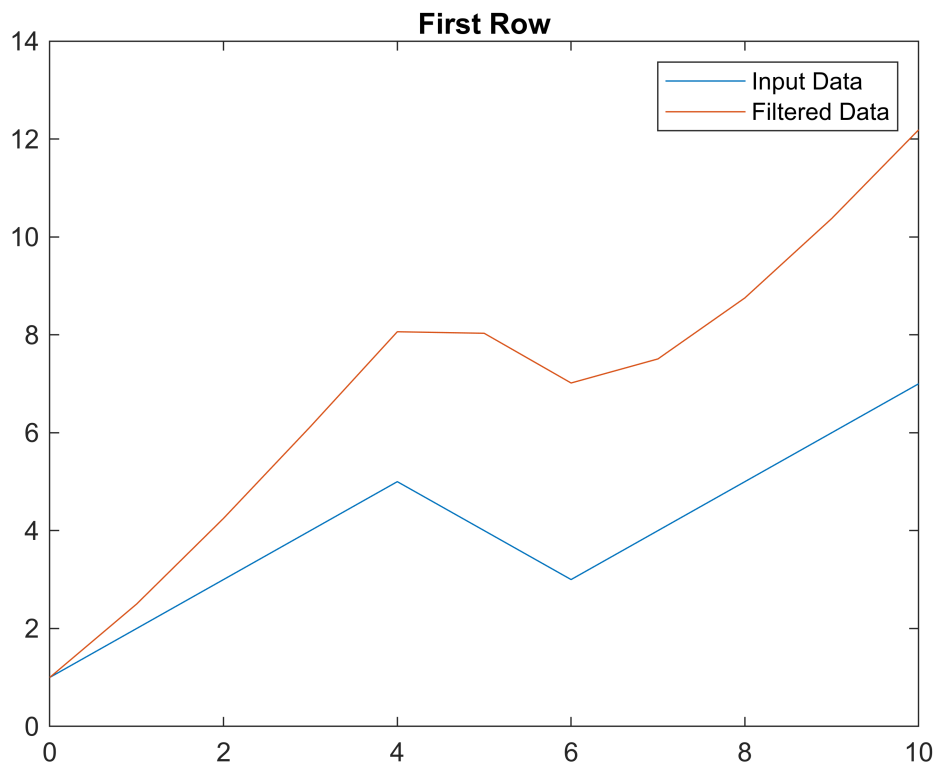
Zad 2

Zaprojektować filtr o transmitancji (7):

$$H(z) = \frac{b(1)}{a(1) + a(2)z^{-1}} = \frac{1}{1 - 0.5z^{-1}} \quad (7)$$

dla ciągu $x = [1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 4, 5, 6, 7]$

```
figure
x = [1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 4, 5, 6, 7];
b = 1;
a = [1 -0.5];
y = filter(b,a,x,[],2);
t = 0:length(x)-1; %indeks wektora
plot(t,x(1,:))
hold on
plot(t,y(1,:))
legend('Input Data','Filtered Data')
title('First Row')
```



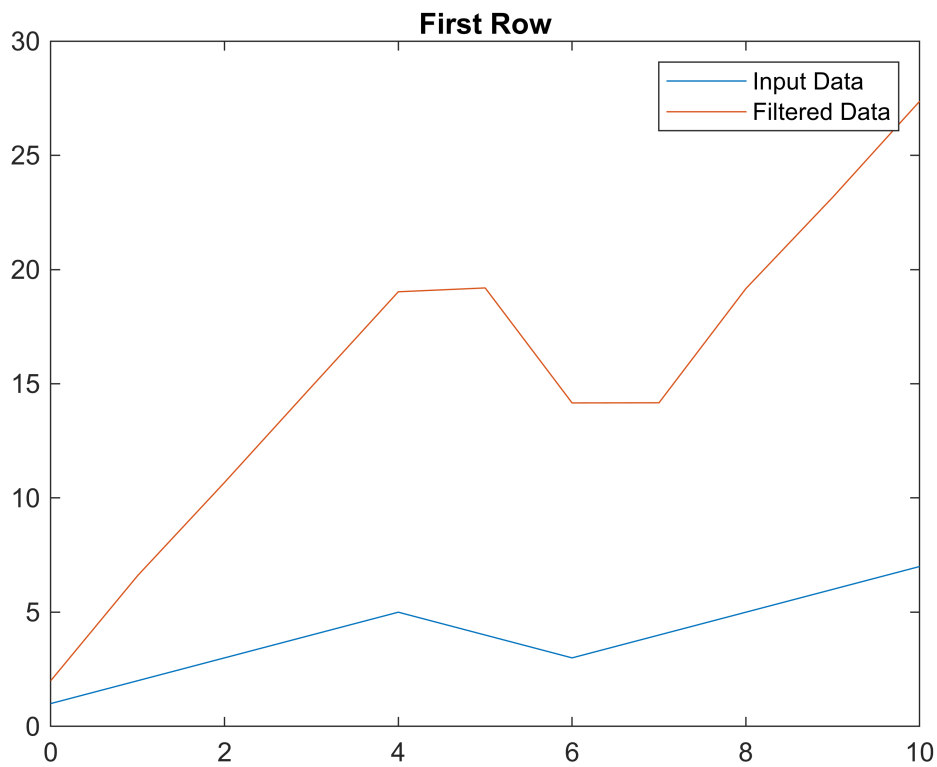
Zad 3

Zaprojektować filtr o transmitancji (8):

$$H(z) = \frac{b(1) + b(2)z^{-1}}{a(1) + a(2)z^{-1}} = \frac{2 + 3z^{-1}}{1 + 0.2z^{-1}} \quad (8)$$

dla ciągu $x = [1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 4, 5, 6, 7]$

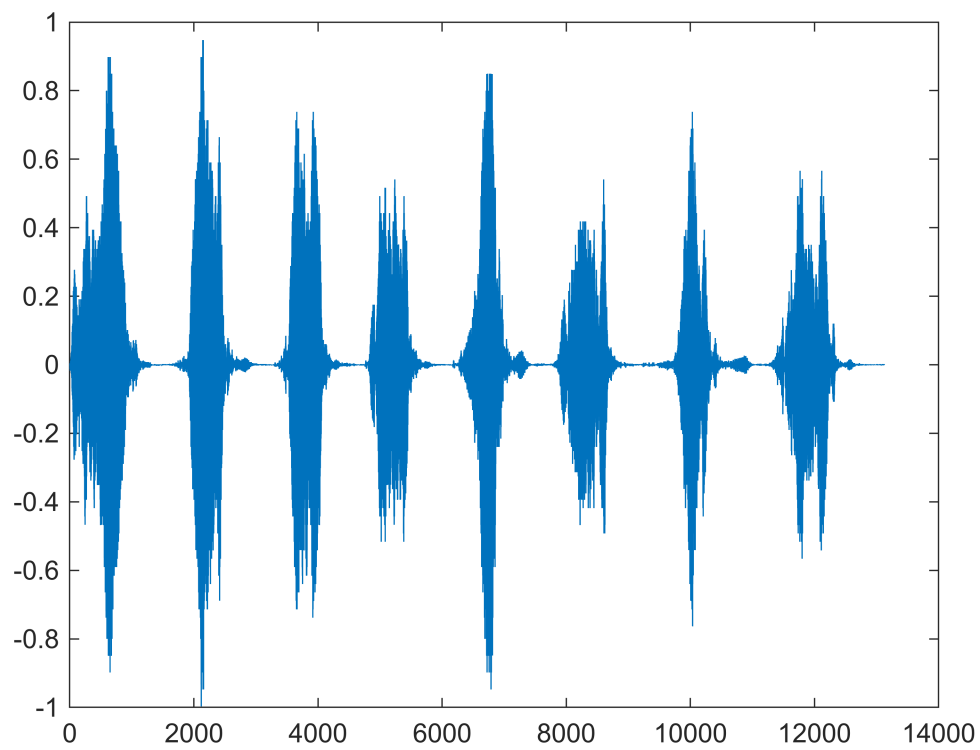
```
figure
x = [1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 4, 5, 6, 7];
b = [2 3];
a = [1 0.2];
y = filter(b,a,x,[],2);
t = 0:length(x)-1; %indeks wektora
plot(t,x(1,:))
hold on
plot(t,y(1,:))
legend('Input Data','Filtered Data')
title('First Row')
```



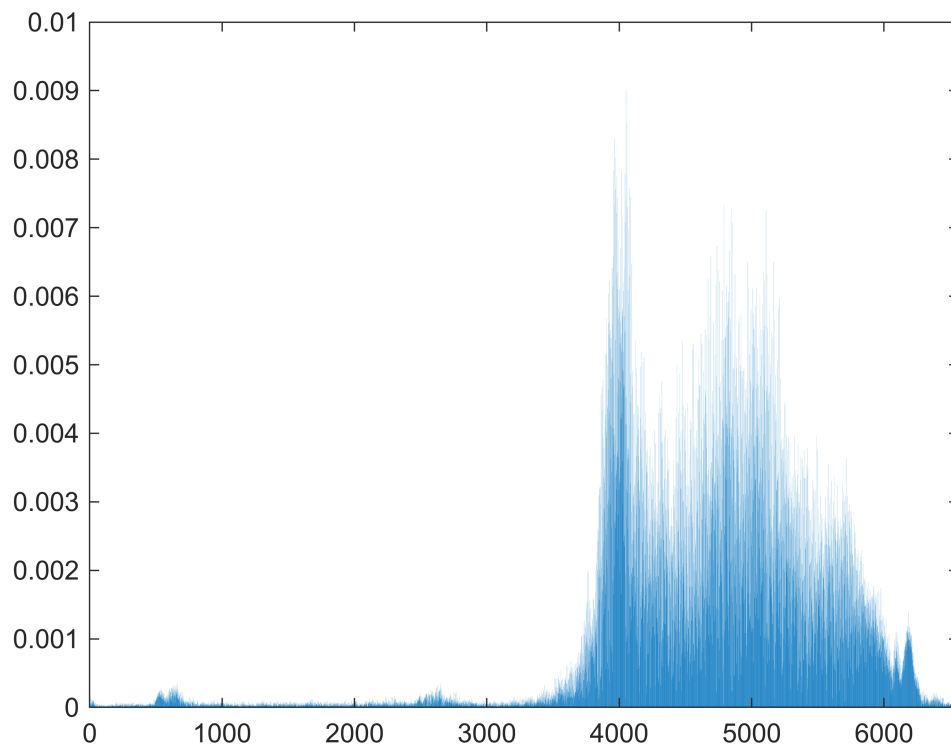
Zad 4

Na podstawie przykładu 4 zaprojektować filtr dolnoprzepustowy. Wczytać sygnał chirp. Filtr odcina wysokie częstotliwości w 0,48. Pozostałe parametry jak okno Czebyszewa ustawić na 30 dB i sprawdzić jego działanie.

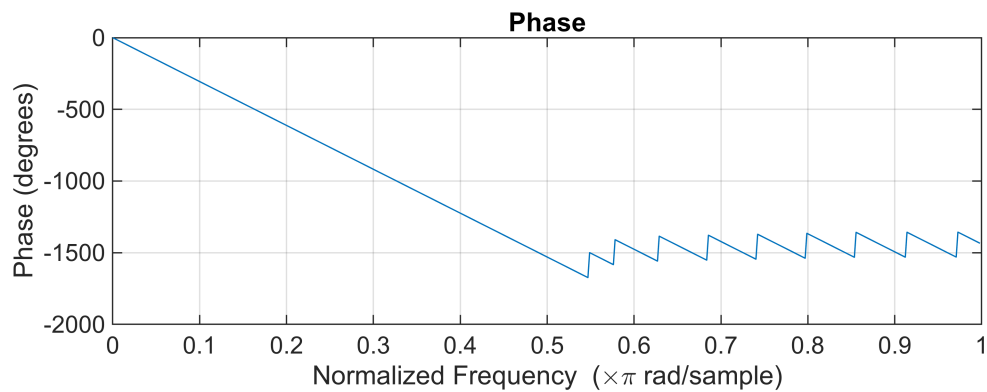
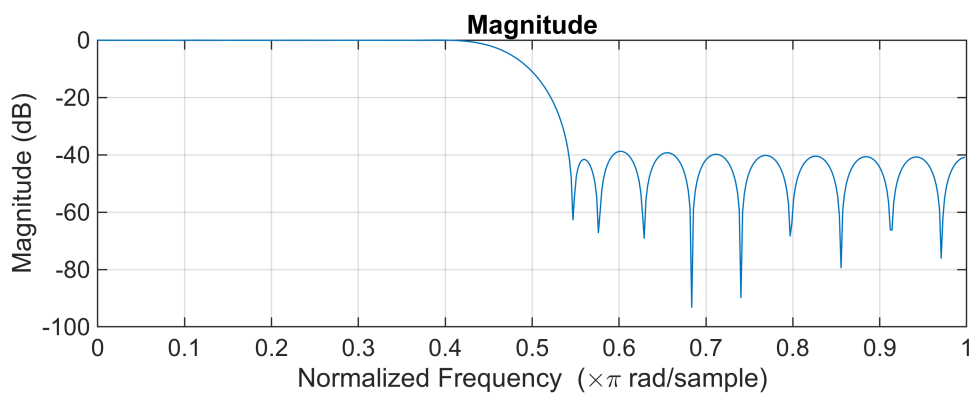
```
load chirp
```



```
t = (0:length(y)-1)/Fs; % 1.6 sekundy
xfft=abs(fft(y));
xfft=xfft/13129;
x1=1:1:6564;
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));
axis([0,6564, 0,0.01]) ;
```



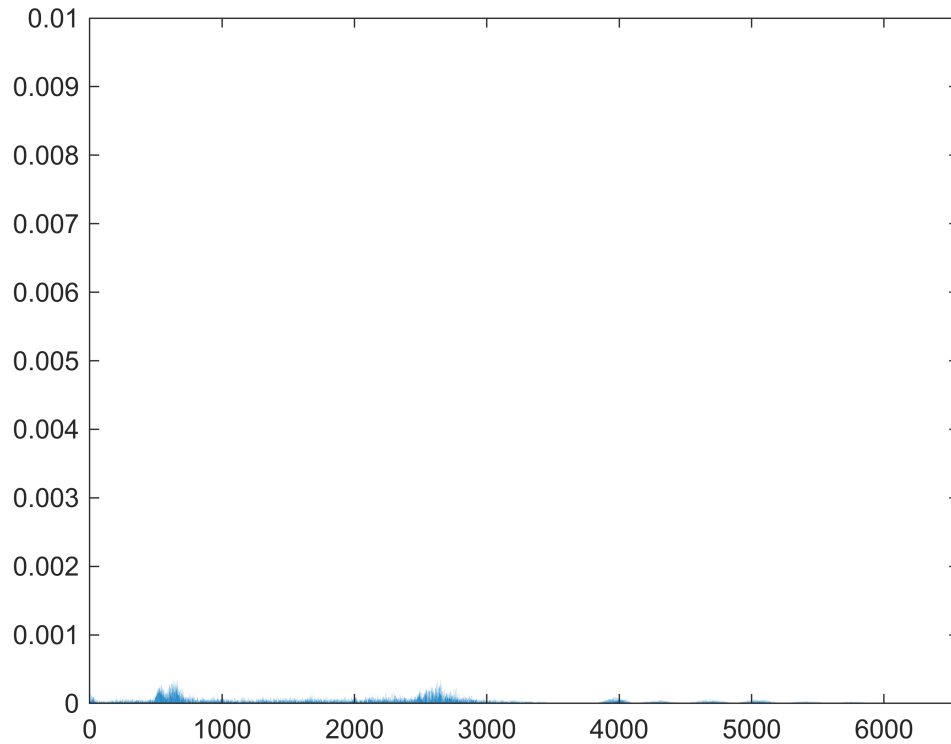
```
bhi = fir1(34,0.48,'low',chebwin(35,30));
freqz(bhi,1)
```




```

fvtool(bhi)
outhi = filter(bhi,1,y);
xfft=abs(fft(outhi));
xfft=xfft/13129;
x1=1:1:6564;
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));
axis([0,6564, 0,0.01]) ;

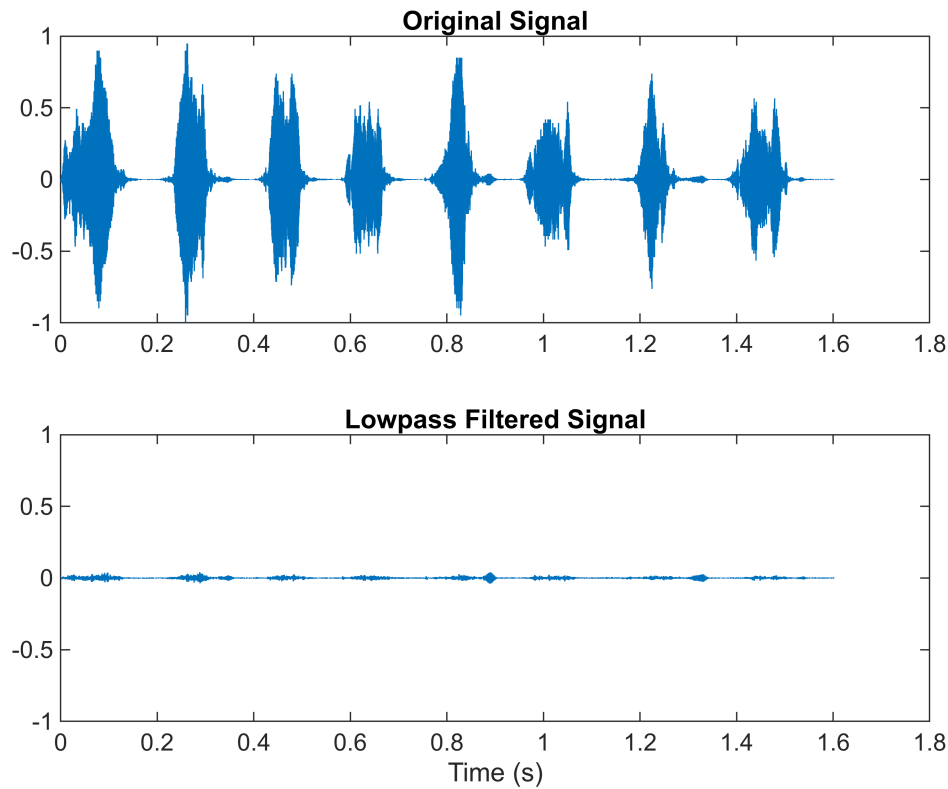
```



```

subplot(2,1,1)
plot(t,y)
title('Original Signal')
ys = ylim;
subplot(2,1,2)
plot(t,outhi)
title('Lowpass Filtered Signal')
xlabel('Time (s)')
ylim(ys)

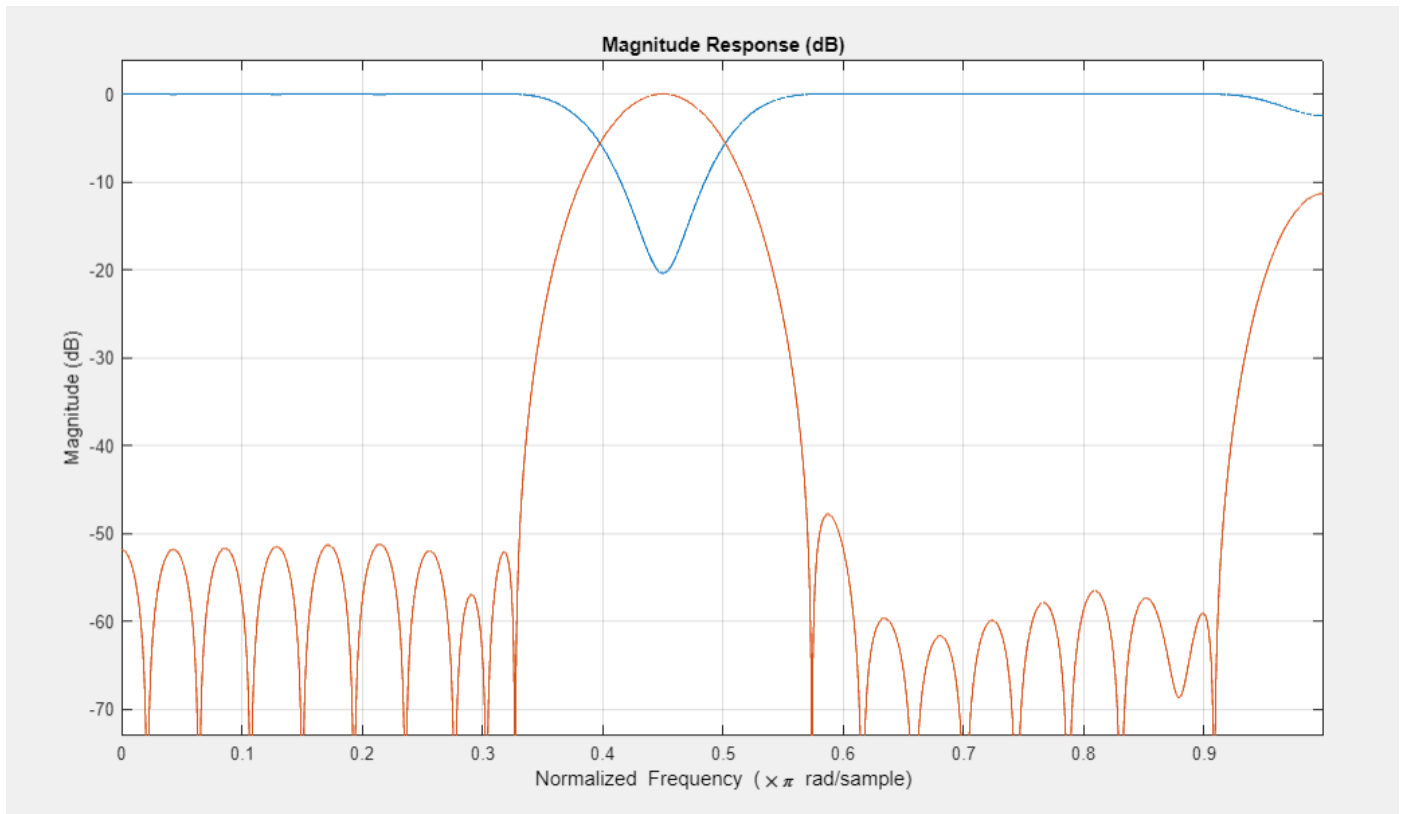
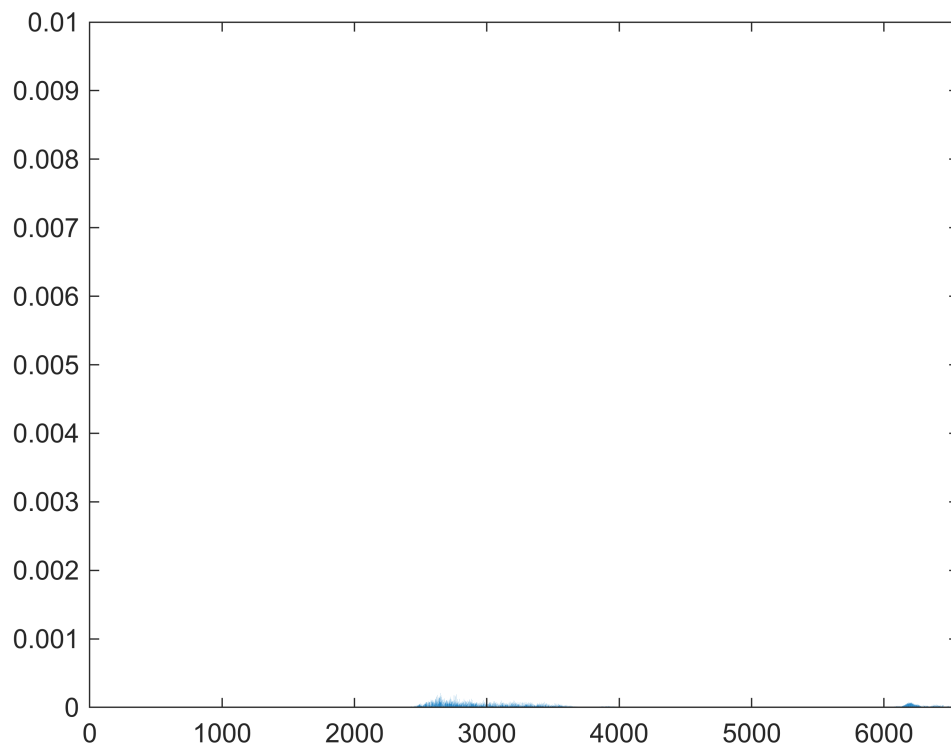
```



Zad 5

Na podstawie przykładu 5 zaprojektować filtr, który będzie przepuszczać częstotliwości tłumione. Natomiast tłumić będzie te przepuszczone (Rys. 18).

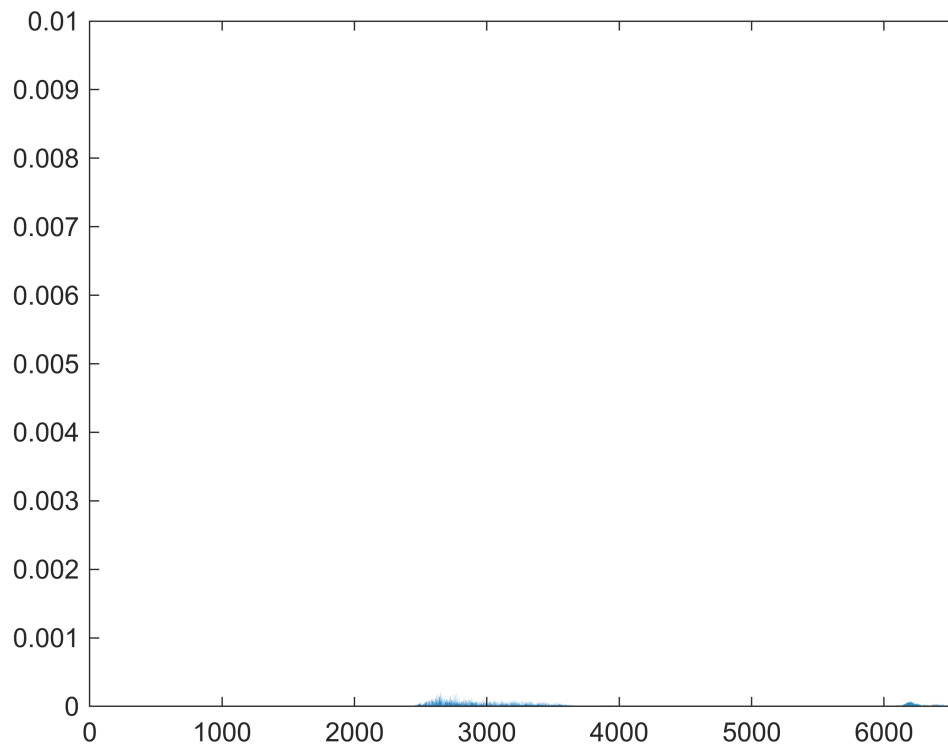
```
load chirp
figure
t = (0:length(y)-1)/Fs; % 1.6 sekundy
ord = 46;
low = 0.4;
bnd = [0.5 0.99];
bM = fir1(ord,[low bnd], 'DC-1');
bW = fir1(ord,[low bnd]);
%figure(fvtool(bM, 1, bW, 1));
outF = filter(bW,1,y);
xfft=abs(fft(outF));
xfft=xfft/13129;
x1=1:1:6564;
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));
axis([0,6564, 0,0.01]);
hold off;
```

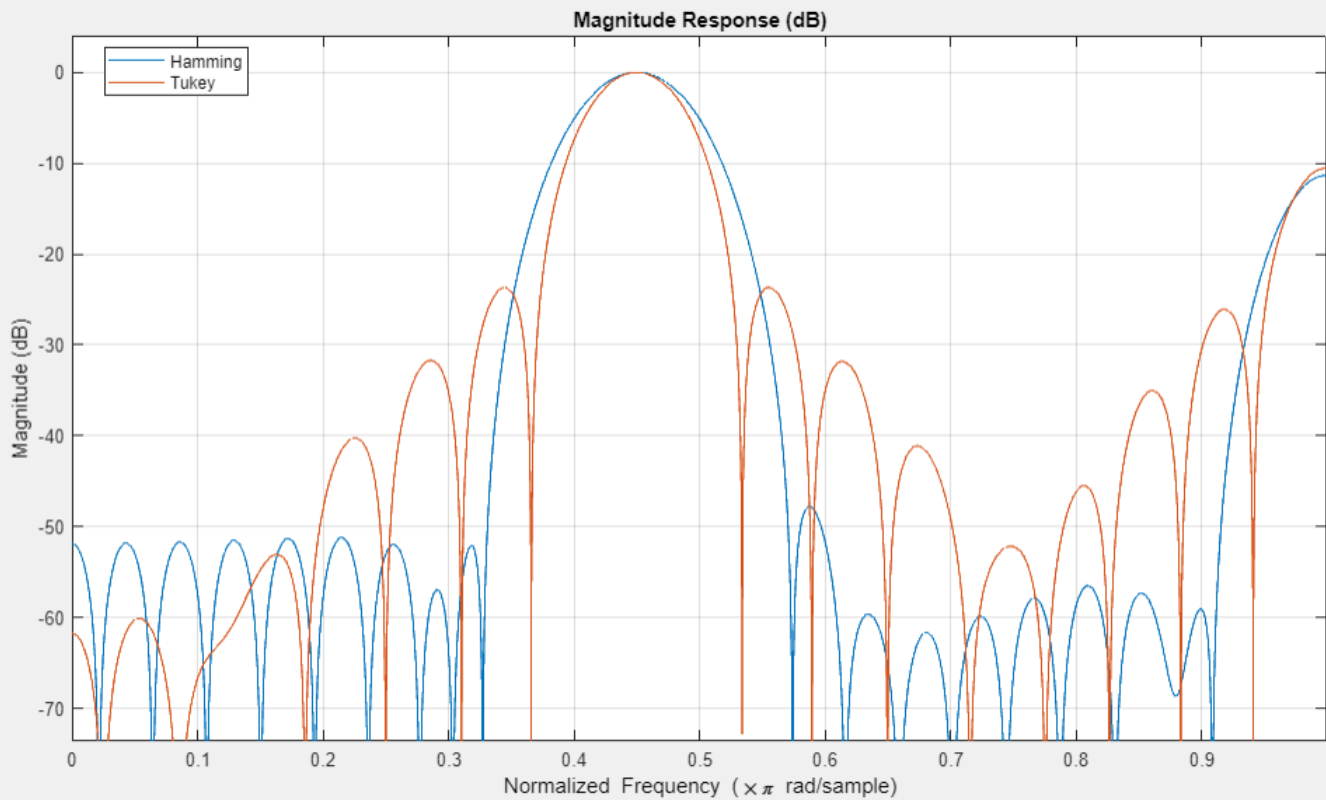


Zad 6

Na podstawie przykładu 6 zaprojektować filtr, który używa okna Tukey ('Tukey').
Porównać filtry z oknem Hamminga ('Hamming') i Tukey.

```
clear all;
load chirp
figure
t = (0:length(y)-1)/Fs; % 1.6 sekundy
ord = 46;
low = 0.4;
bnd = [0.5 0.99];
tM = fir1(ord,[low bnd],'DC-0',tukeywin(ord+1));
bM = fir1(ord,[low bnd],'DC-0',hamming(ord+1));
%hfv = fvtool(bM,1,tM,1); %porównanie okien
%legend(hfv,'Hamming','Tukey')
outhann = filter(bM,1,y);
xfft=abs(fft(outhann));
xfft=xfft/13129;
x1=1:1:6564;
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));
axis([0,6564, 0,0.01]) ;
hold off;
```





Zad 7

Korzystając z Przykładu 8, wyciąć składowe częstotliwości 500-1000 i przeprowadzić rozpoznawanie. Zaobserwować wyniki.

```
files = ["wiatrak_20.wav"; "wiatrak_21.wav"; 'wiatrak_23.wav'; 'wiatrak_24.wav'; 'przekladnia20
texts = ["FFT_filtracja_wiatrak20.txt"; 'FFT_filtracja_wiatrak21.txt'; 'FFT_filtracja_wiatrak2
for i = 1:size(files)
    [data, fz] = audioread(files(i));
    x2=data;
    % normalizacja do przedzialu [-1, 1] jesli sygnały sa mierzone w różnych odległościach
    max_data=max(abs(data));
    data=data/max_data;
    xfft=abs(fft(x2));
    xfft=xfft/44100;
    xfft(500:1000)=0;
    %zapisywanie do pliku FFT_filtracja_wiatrak20.txt
    fid = fopen(texts(i),'w+t','n');
    fprintf(fid, '%f\n', xfft(1:22050));
    fclose(fid);
end
```

```
figure
load FFT_filtracja_wiatrak20.txt
load FFT_filtracja_wiatrak21.txt
```

```
load FFT_filtracja_przekladnia20.txt
load FFT_filtracja_przekladnia21.txt
load FFT_filtracja_wiatrak23.txt
load FFT_filtracja_wiatrak24.txt
load FFT_filtracja_przekladnia23.txt
load FFT_filtracja_przekladnia24.txt
D = [];
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 5.2142
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×2
    5.2142    5.1181
```

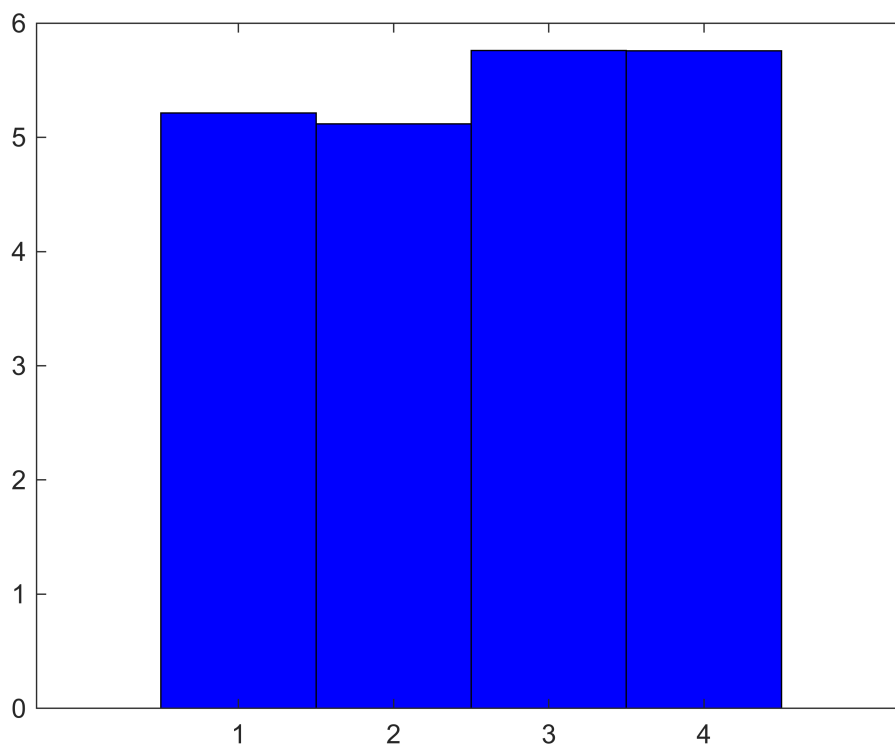
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×3
    5.2142    5.1181    5.7600
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    5.2142    5.1181    5.7600    5.7562
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    5.4104    5.1181    5.7600    5.7562
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    5.4104    5.2007    5.7600    5.7562
```

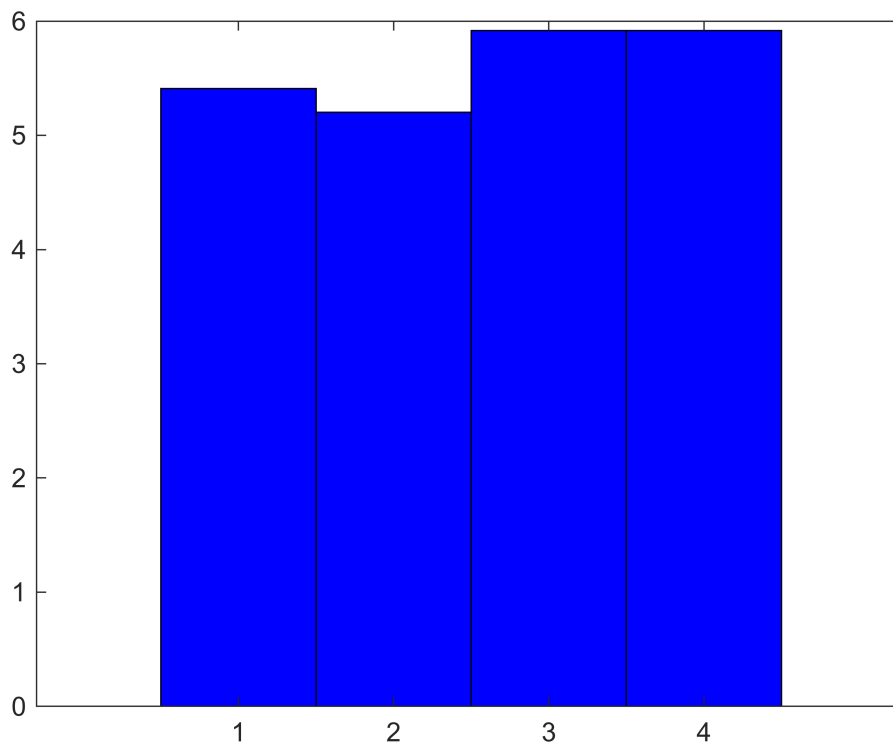
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    5.4104    5.2007    5.9176    5.7562
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    5.4104    5.2007    5.9176    5.9181
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    6.0185    5.2007    5.9176    5.9181
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    6.0185    5.9986    5.9176    5.9181
```

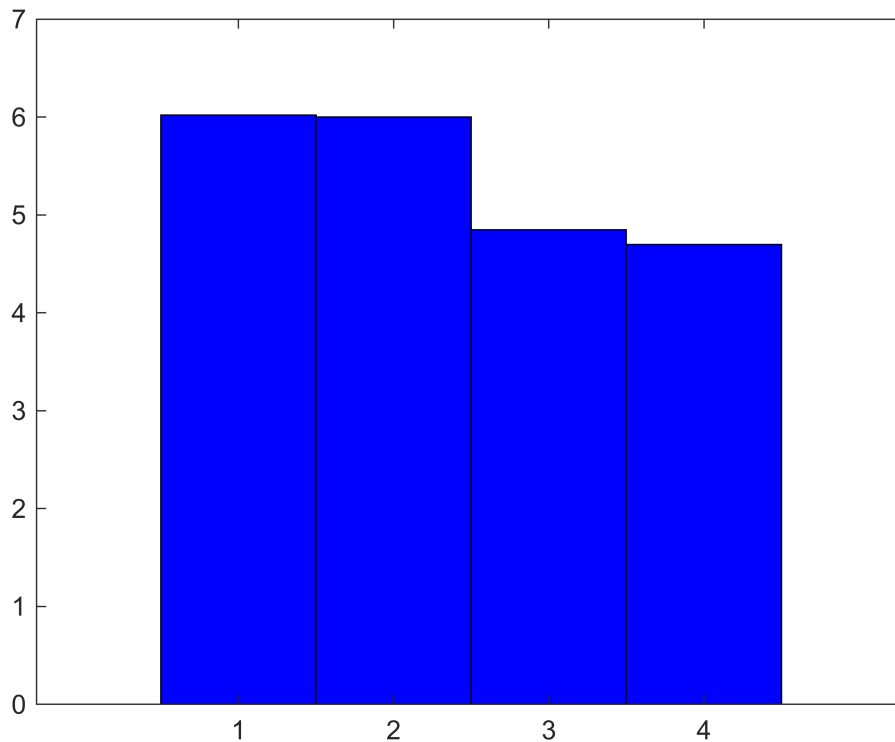
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    6.0185    5.9986    4.8491    5.9181
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    6.0185    5.9986    4.8491    4.6975
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    6.0199    5.9986    4.8491    4.6975
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    6.0199    5.8897    4.8491    4.6975
```

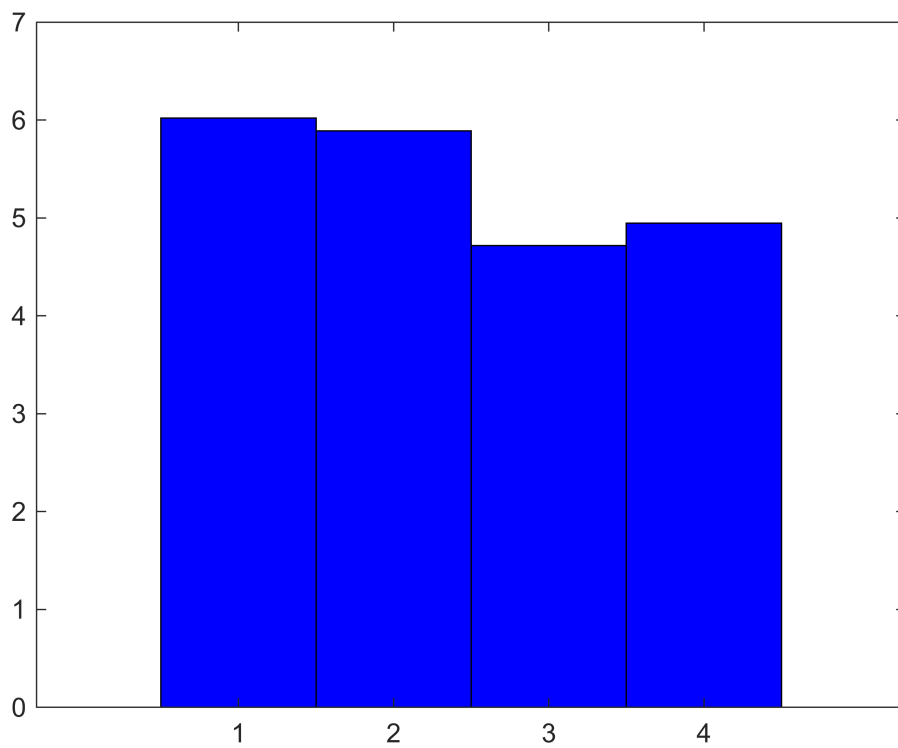
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    6.0199    5.8897    4.7168    4.6975
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    6.0199    5.8897    4.7168    4.9471
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```

```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    5.2142    5.8897    4.7168    4.9471
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    5.2142    5.1181    4.7168    4.9471
```

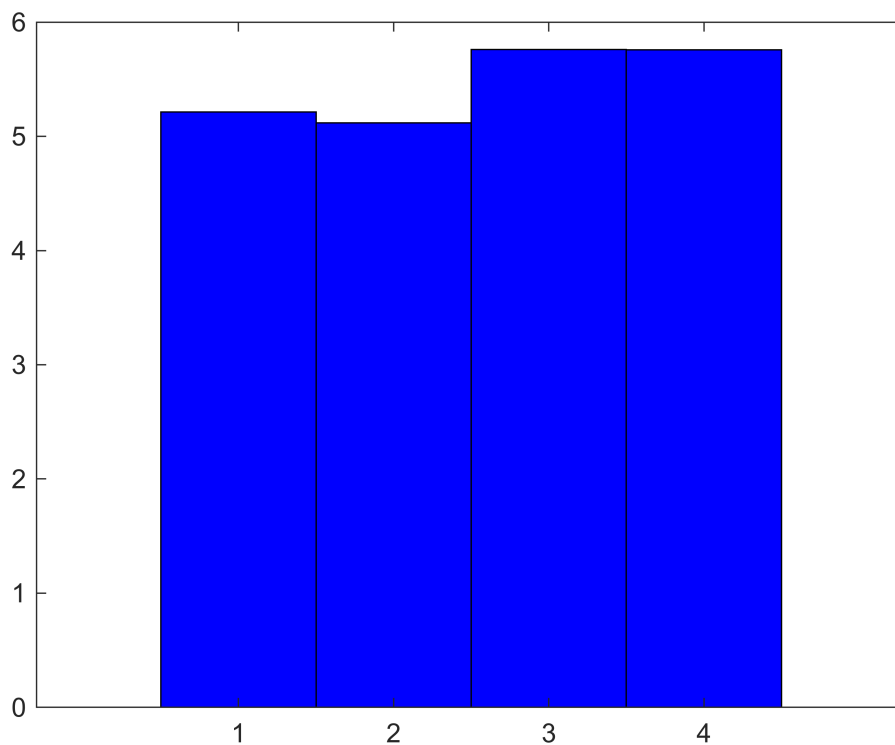
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    5.2142    5.1181    5.7600    4.9471
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    5.2142    5.1181    5.7600    5.7562
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



Zad 8

Korzystając z Przykładu 8, wyciąć składowe częstotliwości 100-1500 i przeprowadzić rozpoznawanie. Zaobserwować wyniki.

```
files = ["wiatrak_20.wav"; "wiatrak_21.wav"; 'wiatrak_23.wav'; 'wiatrak_24.wav'; 'przekladnia20
texts = ["FFT_filtracja_wiatrak20.txt"; 'FFT_filtracja_wiatrak21.txt'; 'FFT_filtracja_wiatrak2
for i = 1:size(files)
    [data, fz] = audioread(files(i));
    x2=data;
    % normalizacja do przedzialu [-1, 1] jesli sygnały sa mierzone w rożnych odleglosciach
    max_data=max(abs(data));
    data=data/max_data;
    xfft=abs(fft(x2));
    xfft=xfft/44100;
    xfft(100:1500)=0;
    %zapisywanie do pliku FFT_filtracja_wiatrak20.txt
    fid = fopen(texts(i),'w+t','n');
    fprintf(fid, '%f\n', xfft(1:22050));
    fclose(fid);
end
```

```
figure
load FFT_filtracja_wiatrak20.txt
load FFT_filtracja_wiatrak21.txt
```

```
load FFT_filtracja_przekladnia20.txt
load FFT_filtracja_przekladnia21.txt
load FFT_filtracja_wiatrak23.txt
load FFT_filtracja_wiatrak24.txt
load FFT_filtracja_przekladnia23.txt
load FFT_filtracja_przekladnia24.txt
D = [];
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 4.3953
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×2
    4.3953    4.3155
```

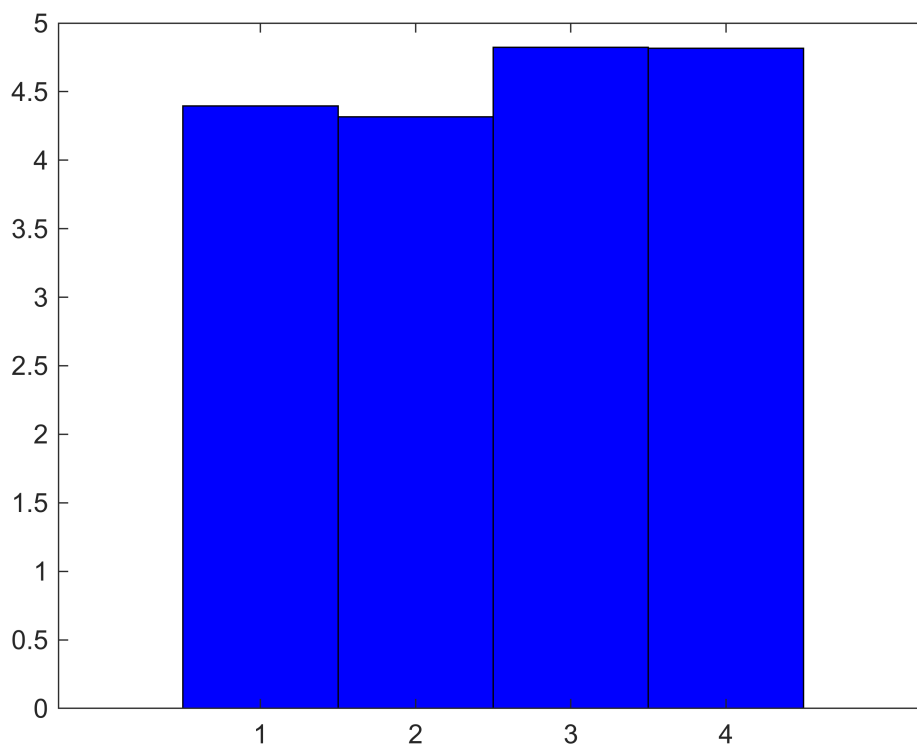
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×3
    4.3953    4.3155    4.8245
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    4.3953    4.3155    4.8245    4.8174
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    4.4679    4.3155    4.8245    4.8174
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    4.4679    4.4271    4.8245    4.8174
```

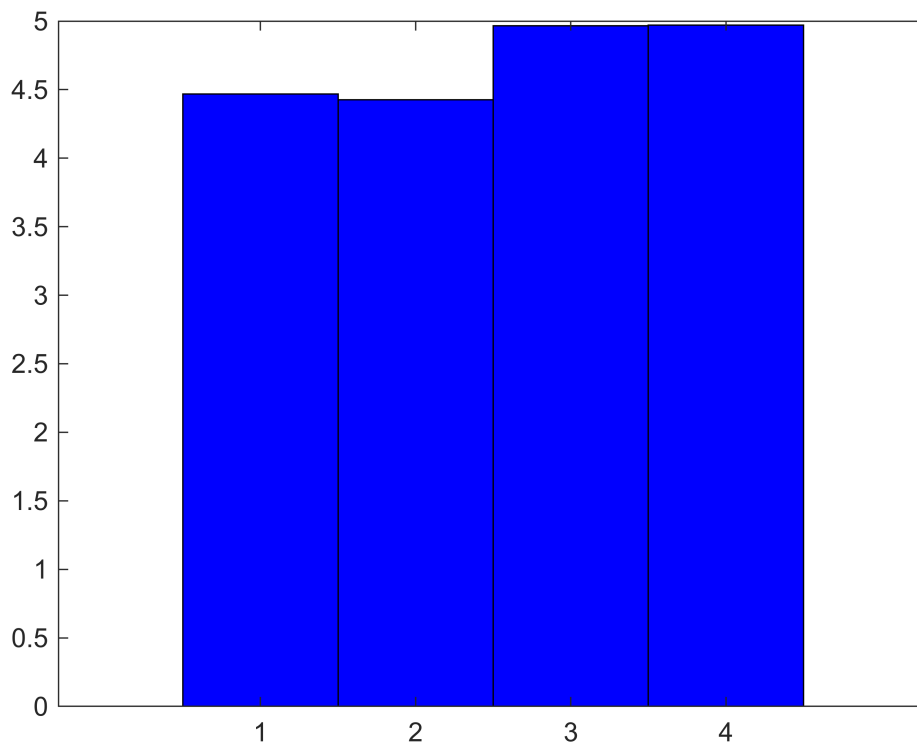
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    4.4679    4.4271    4.9652    4.8174
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak24-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    4.4679    4.4271    4.9652    4.9698
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    5.0328    4.4271    4.9652    4.9698
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    5.0328    5.0457    4.9652    4.9698
```

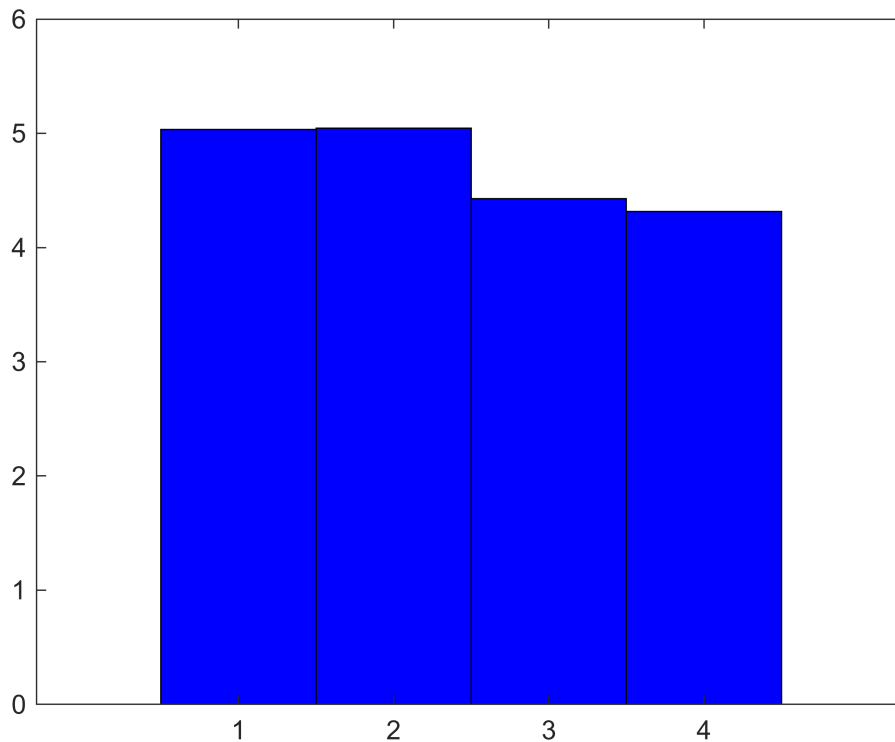
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    5.0328    5.0457    4.4282    4.9698
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia23-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    5.0328    5.0457    4.4282    4.3161
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    5.0295    5.0457    4.4282    4.3161
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    5.0295    4.9216    4.4282    4.3161
```

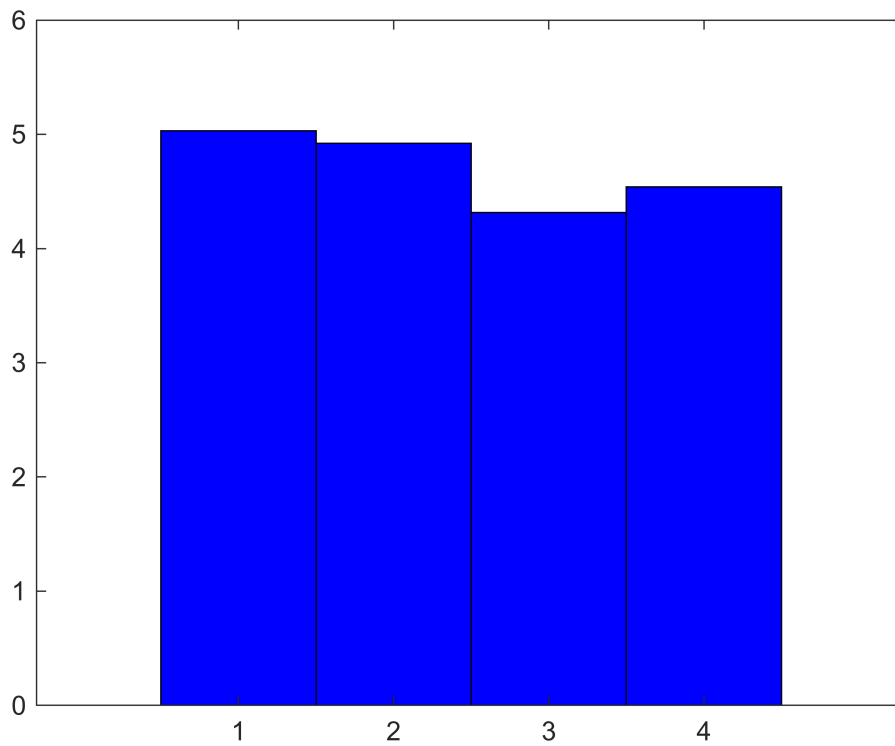
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    5.0295    4.9216    4.3146    4.3161
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_przekladnia24-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    5.0295    4.9216    4.3146    4.5397
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



```
D(1)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak20))
```

```
D = 1×4
    4.3953    4.9216    4.3146    4.5397
```

```
D(2)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_wiatrak21))
```

```
D = 1×4
    4.3953    4.3155    4.3146    4.5397
```

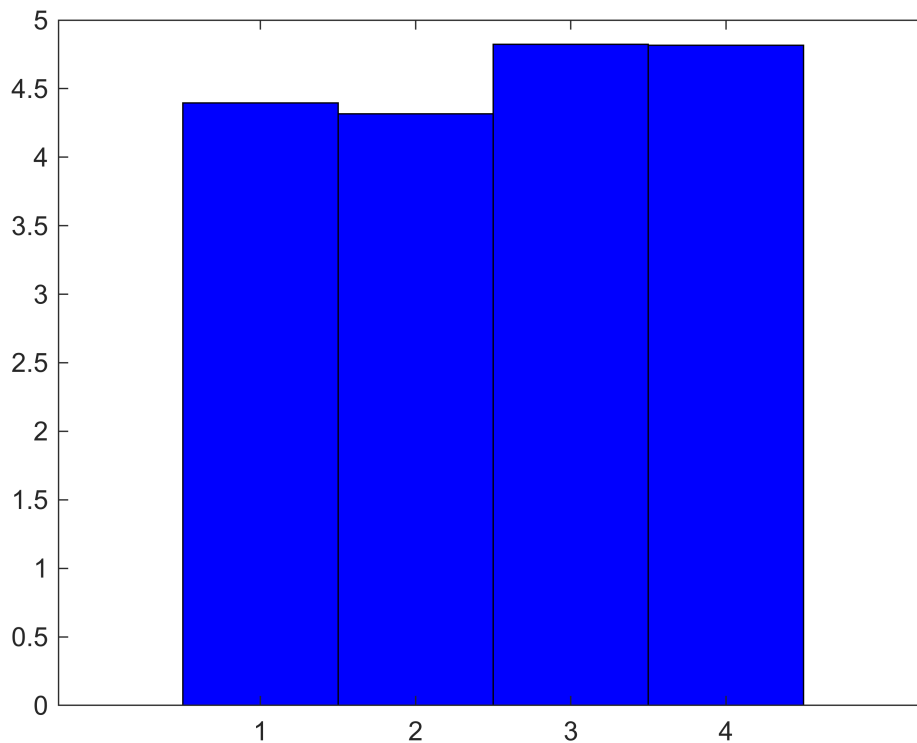
```
D(3)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia20))
```

```
D = 1×4
    4.3953    4.3155    4.8245    4.5397
```

```
D(4)=sum(abs(FFT_filtracja_wiatrak23-FFT_filtracja_przekladnia21))
```

```
D = 1×4
    4.3953    4.3155    4.8245    4.8174
```

```
bar(1:4, D, 1, "stacked", 'blue');
```



Pytania Kontrolne

- 1) Co to jest filtracja sygnałów i po co ją stosujemy?
- 2) Co to jest filtr FIR i czym się charakteryzuje?
- 3) W jaki sposób projektujemy filtry FIR?
- 4) Do czego służą okna?

1) Filtracja jest procesem przetwarzania sygnałów. Polega na redukowaniu nieporządkanych składowych zawartych w sygnale, np szumów i zakłóceń.

2) Jest to filtr cyfrowy. Mnożąc przez stałe i dodając skończoną ilość przeszłych próbek sygnału wejściowego generuje sygnał wyjściowy.

3) Projektowanie ww filtry FIR jest projektowany w takiu sposób aby wartość sygnału wejściowego była pożądanym dyskretnym splotem dającym odpowiednie wyniki.

4) Okna służą do zmniejszania zafalowań charakterystyk powstałych z FFT/DFT.