

Laboratorium 11

Karolina Piotrowska

Wstęp

Filtry IIR, czyli filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej, znacznie różnią się od poprzednio omawianych filtrów FIR. Podstawową różnicą między tymi dwoma typami filtrów jest występowanie sprzężenia zwrotnego, które w filtrach typu FIR są nieobecne. Ich zastosowanie w filtrach IIR niesie ze sobą zarówno korzyści, jak i negatywne skutki.

W niektórych przypadkach obecność sprzężenia zwrotnego może spowodować powstanie na wyjściu niestabilności i oscylacji o nieskończonym czasie trwania. Struktura filtrów IIR sprawia, że są one trudniejsze do projektowania i analizy. Filtry te nie zapewniają także liniowej fazy w zakresie przenoszenia.

Zasadniczą zaletą filtrów IIR jest ich niska złożoność obliczeniowa - wymagają o ponad połowę mniej mnożeń dla wyliczenia pojedynczej próbki sygnału wyjściowego. Filtry te są więc szybkie, mogą więc działać w czasie rzeczywistym i operować przy znacznie wyższych częstotliwościach próbkowania niż filtry FIR. Mają także mniejsze nierównomierności charakterystyki w paśmie przepustowym oraz większą stromość charakterystyki w paśmie przejściowym.

Filtry IIR do obliczenia bieżącej próbki sygnału wyjściowego korzystają z wartości przeszłych próbek sygnału wejściowego. Z tego powodu pewien skończony ciąg niezerowych wartości wejściowych może spowodować pojawienie się na wyjściu filtru IIR ciągu próbek o nieskończonym czasie trwania. Zatem, jeśli sygnał wejściowy filtru IIR stałby się nagle ciągiem samych wartości zerowych, to sygnał wyjściowy mógłby - w pewnych określonych warunkach - już na zawsze pozostać niezerowym.

Pytania

3.1 Informacje na temat w jaki sposób projektujemy filtry IIR.

Ze względu na dużą elastyczność w kształtowaniu przebiegu funkcji za pomocą ilorazu wielomianów, znacznie łatwiej uzyskać pożądaną charakterystykę używając filtru IIR niskiego rzędu niż filtru FIR. Wynika to z niskiej złożoności obliczeniowej i niewielkiego zapotrzebowania na pamięć operacyjną filtrów IIR. Filtry te posiadają jednak swoje wady, np. niestabilność związaną z rekursywnością czy wrażliwość na błędy zaokrągleń. Ze względu na rosnącą wydajność układów cyfrowych filtry IIR są rzadziej wybierane niż filtry FIR, które nie posiadają wyżej wymienionych wad i są prostsze do zaprojektowania.

3.2 Różnice między filtrami FIR i IIR.

Filtry IIR mają niższą złożoność obliczeniową i mniejsze zapotrzebowanie na pamięć, lecz nie można ich zaimplementować jako filtrów o liniowej fazie - co można zrobić w przypadku filtrów FIR.

3.3 Kiedy bardziej wskazane jest użycie filtru FIR a kiedy filtru IIR?

Filtry IIR lepiej sprawdzają się tam, gdzie potrzeba szybkiego działania, szczególnie w obliczu ograniczeń mocy obliczeniowej i pamięci. Filtry FIR zapewniają liniową fazę, więc jeśli jej potrzeba, należy je wybrać.

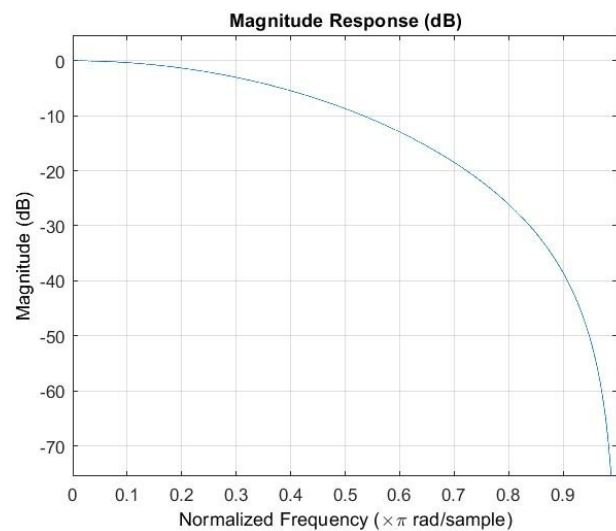
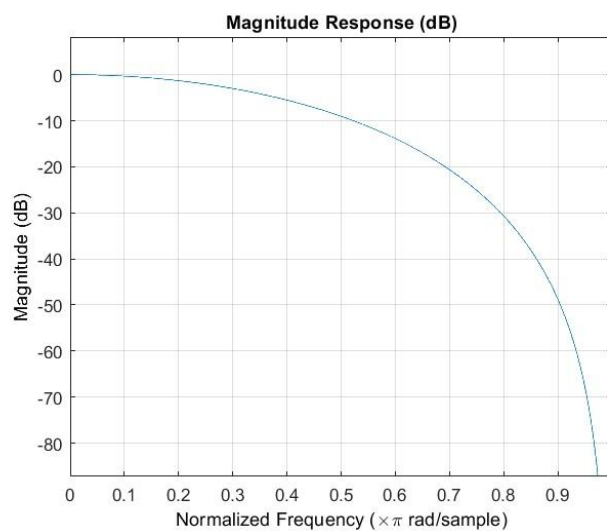
3.4 Czy są jakieś różnice w budowie filtrów FIR i IIR.

Filtry IIR posiadają sprzężenie zwrotne w przeciwieństwie do filtrów FIR.

Rozwiązanie

Zadanie 1

```
[b,a] = maxflat(4, 1, 0.3);  
fvtool(b,a);  
  
[b,a] = maxflat(4, 'sym', 0.3);  
fvtool(b,a);
```

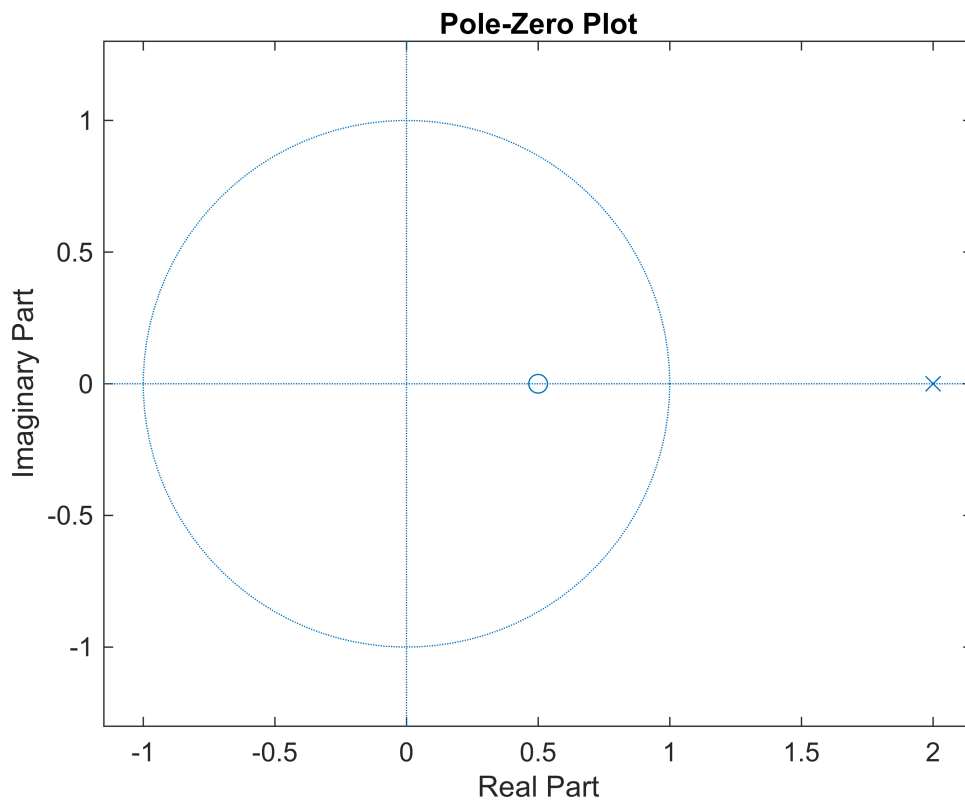


Zadanie 2

```
figure;  
b = [1 -0.5]; a = [1 -2];  
stab22 = isstable(b, a)
```

```
stab22 = logical  
0
```

```
zplane(b, a);
```



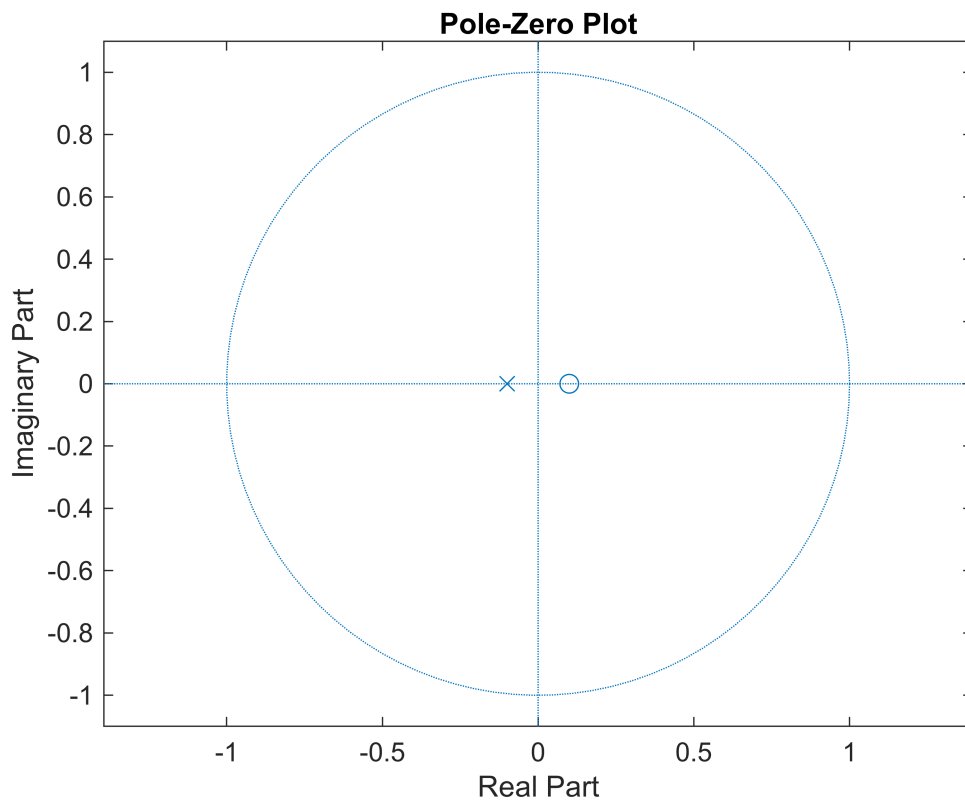
Filtr jest niestabilny.

Zadanie 3

```
figure;  
b = [1 -0.1]; a = [-1 -0.1];  
stab23 = isstable(b, a)
```

```
stab23 = logical  
1
```

```
zplane(b, a);
```



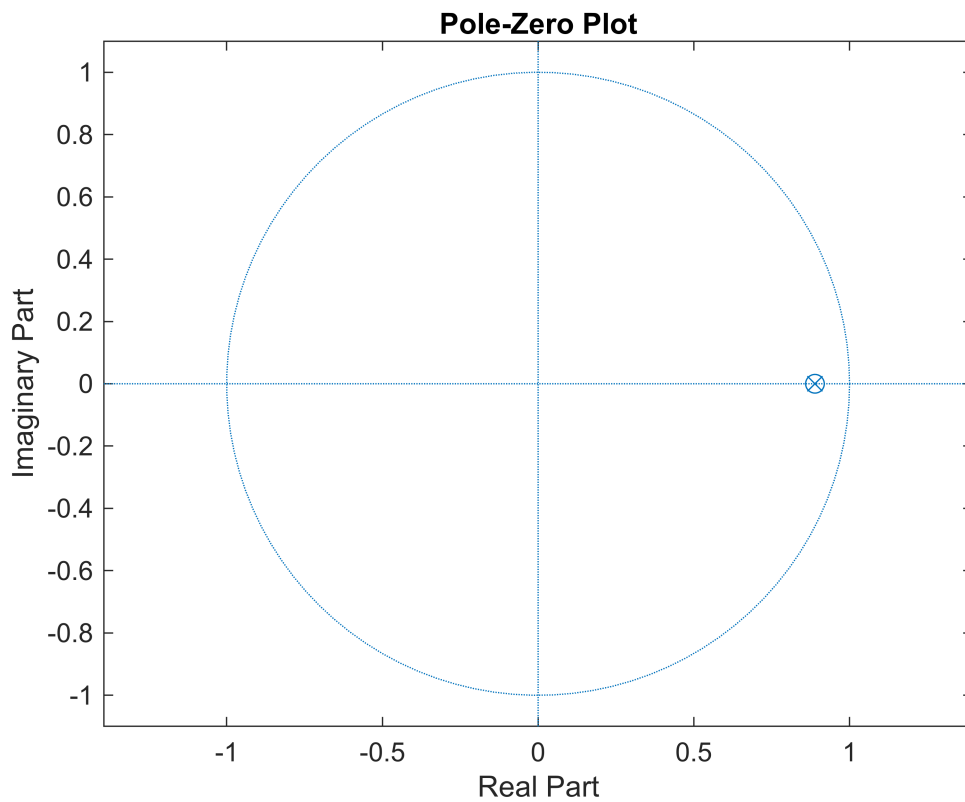
Filtr jest stabilny.

Zadanie 4

```
figure;  
b = [0.9 -0.8]; a = [0.9 -0.8];  
stab24 = isstable(b, a)
```

```
stab24 = logical  
1
```

```
zplane(b, a);
```



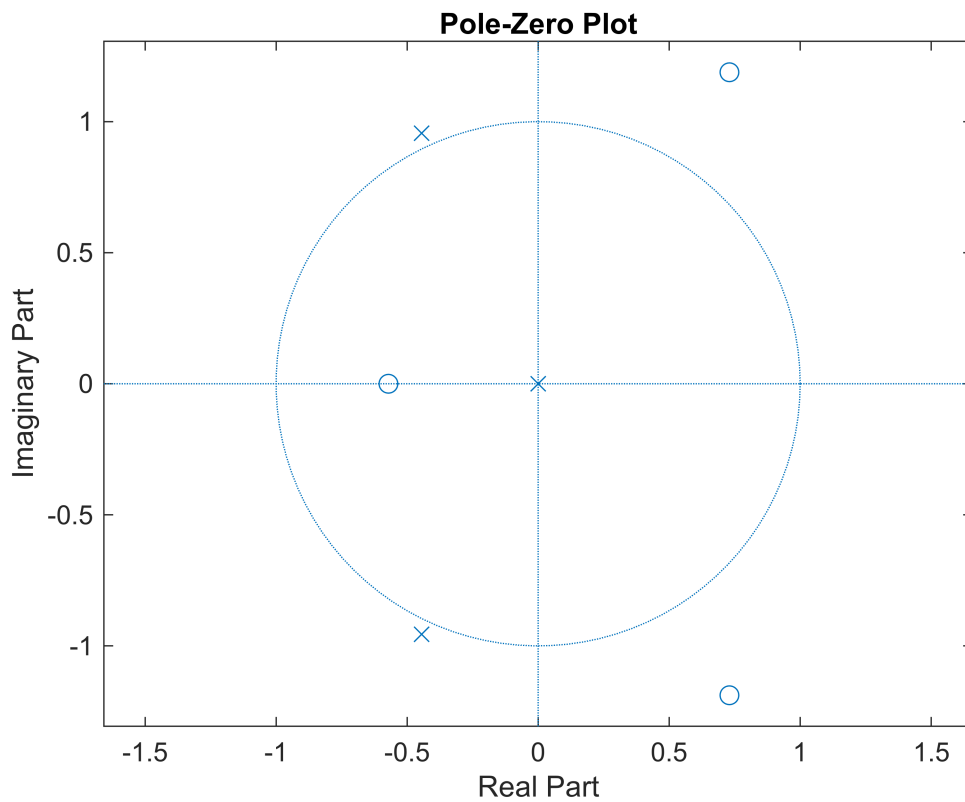
Filtr jest stabilny.

Zadanie 5

```
figure;  
b = [0.9 -0.8 1 1]; a = [-0.9 -0.8 -1];  
stab25 = isstable(b, a)
```

```
stab25 = logical  
      0
```

```
zplane(b, a);
```



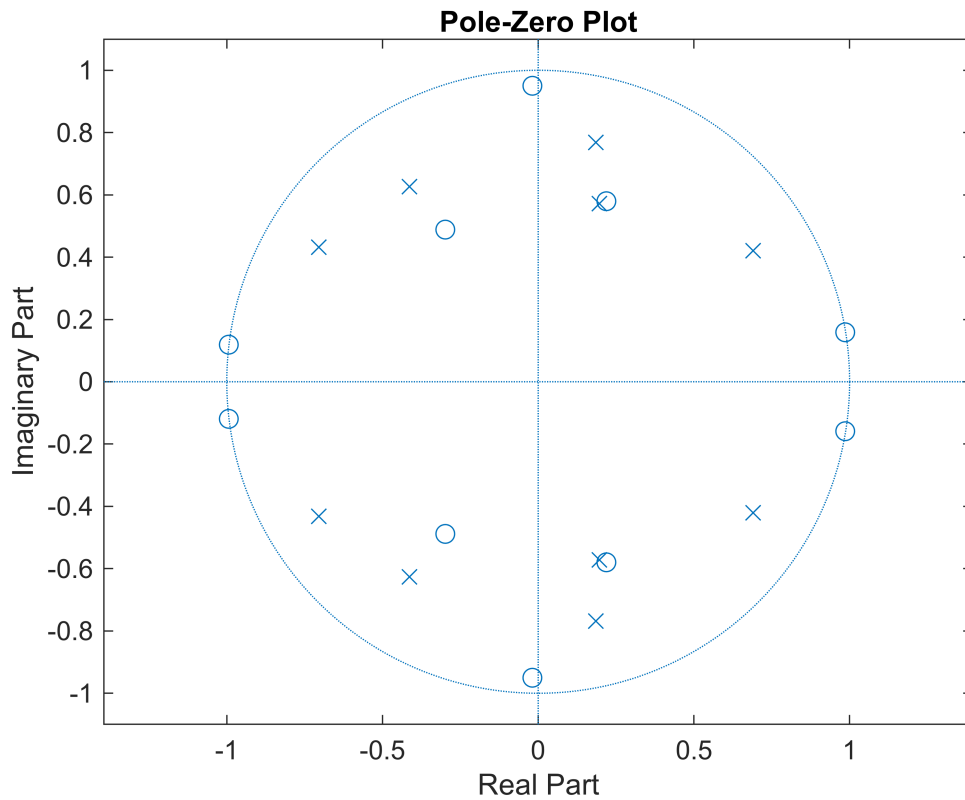
Filtr jest niestabilny.

Zadanie 6

```
figure;
m = [0 0 1 1 1 0 1 1 0 0];
f = [0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.7 0.8 0.9 1];
[b,a] = yulewalk(10,f,m);
Stab26 = isstable(b, a)
```

```
Stab26 = logical
1
```

```
zplane(b, a);
```



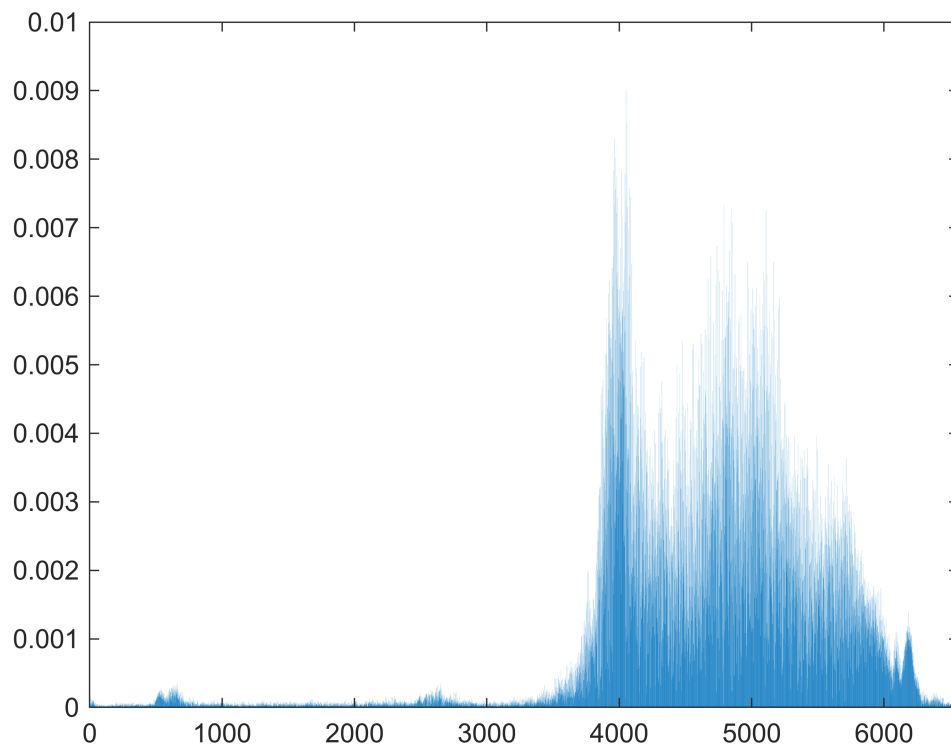
Filtr jest stabilny.

Zadanie 7

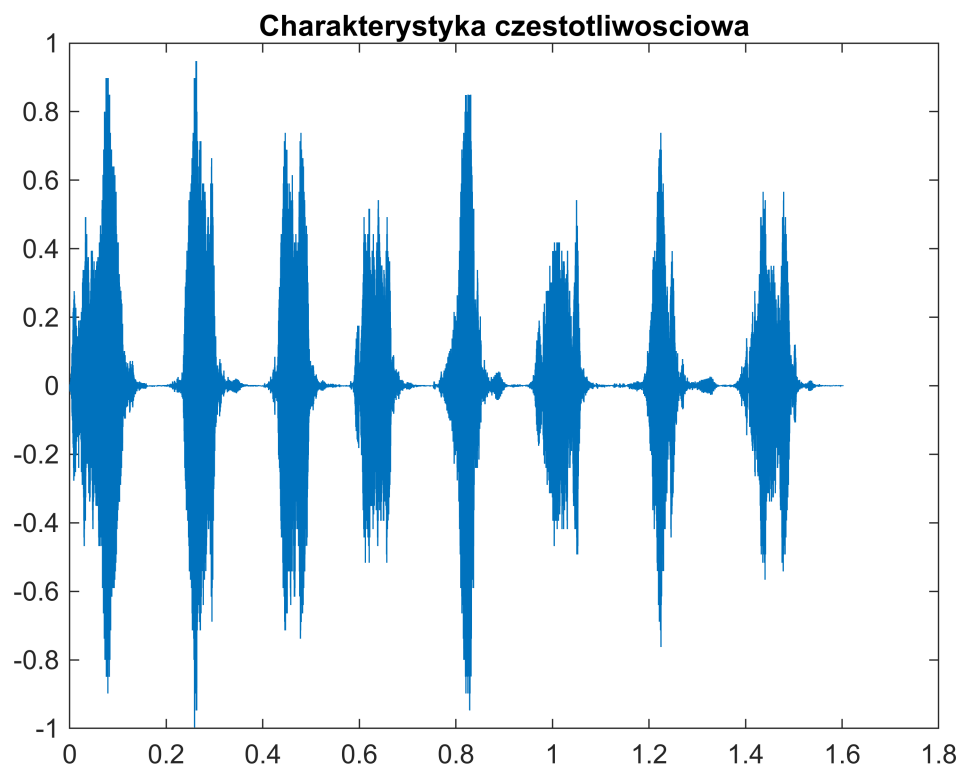
```
figure;
load chirp

t = (0:length(y)-1)/Fs;

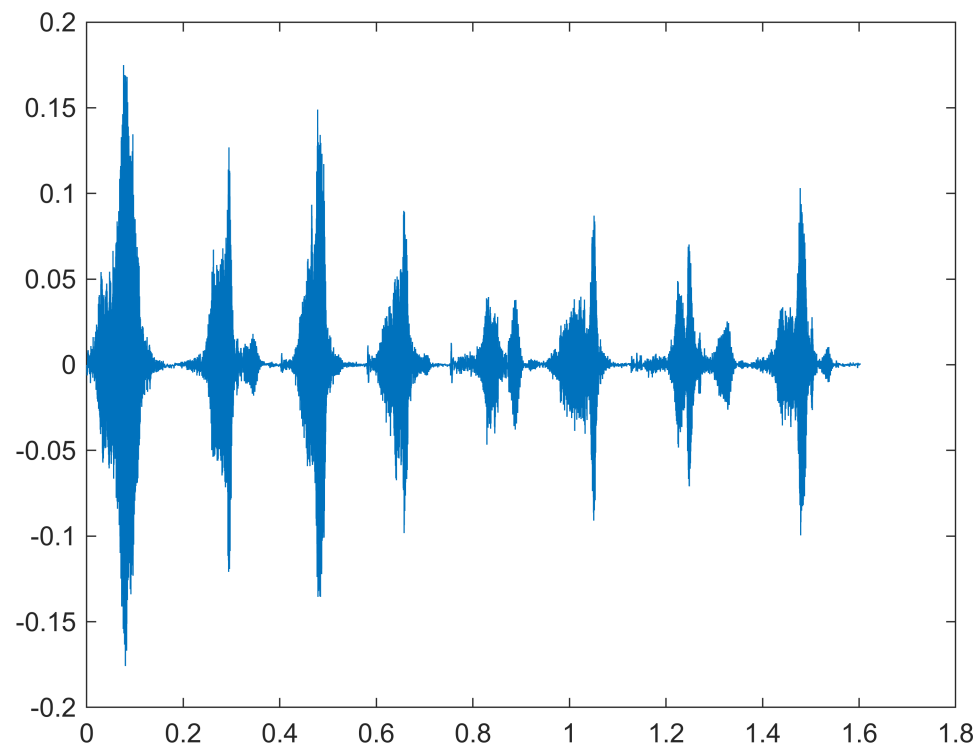
xfft=abs(fft(y));
xfft=xfft/13129;
x1=1:1:6564;
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));
axis([0,6564, 0,0.01]);
```



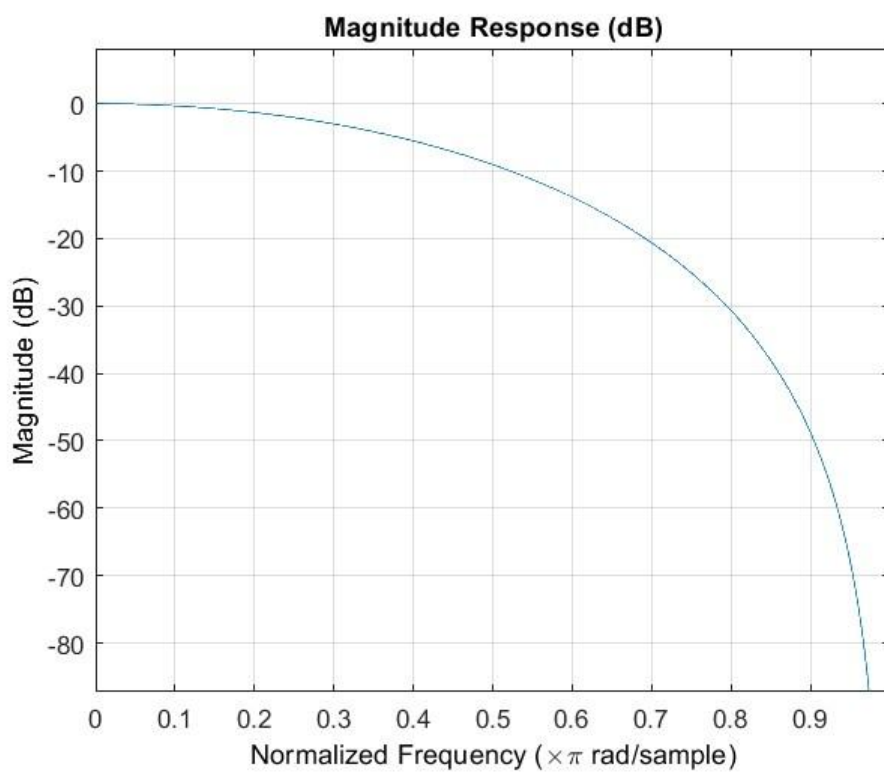
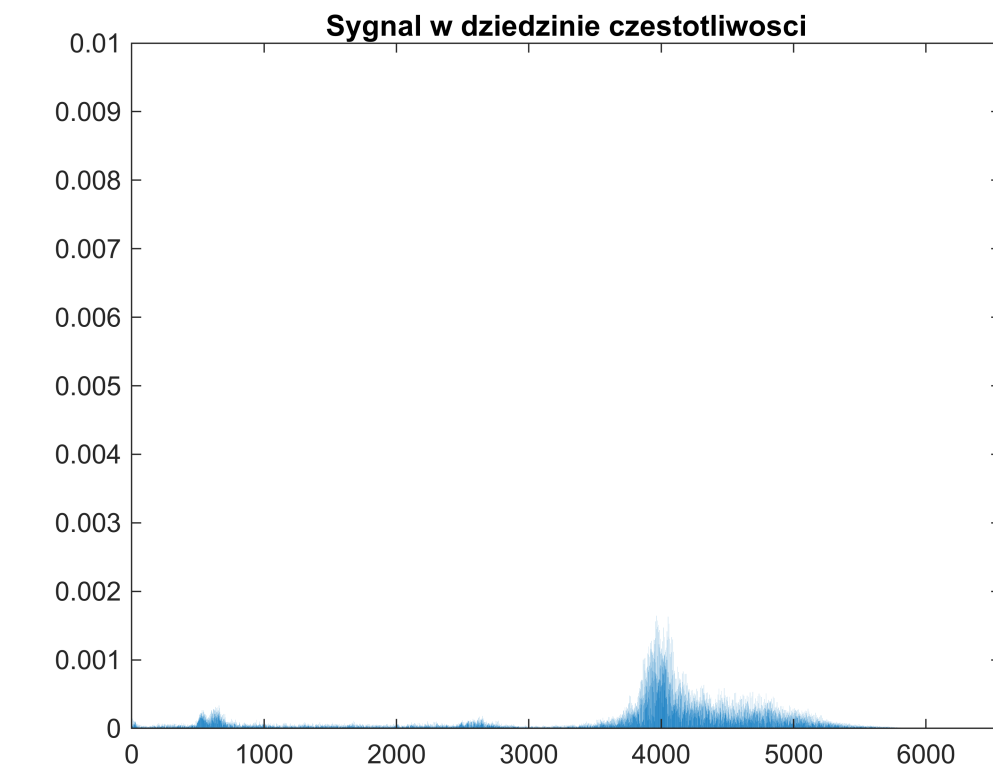
```
plot(t,y);  
title('Sygnał w dziedzinie czasu');  
  
[b,a] = maxflat(4, 1, 0.3);  
fvtool(b,a)  
title('Charakterystyka częstotliwościowa');
```

```
out = filter(b,a,y);  
plot(t, out);
```



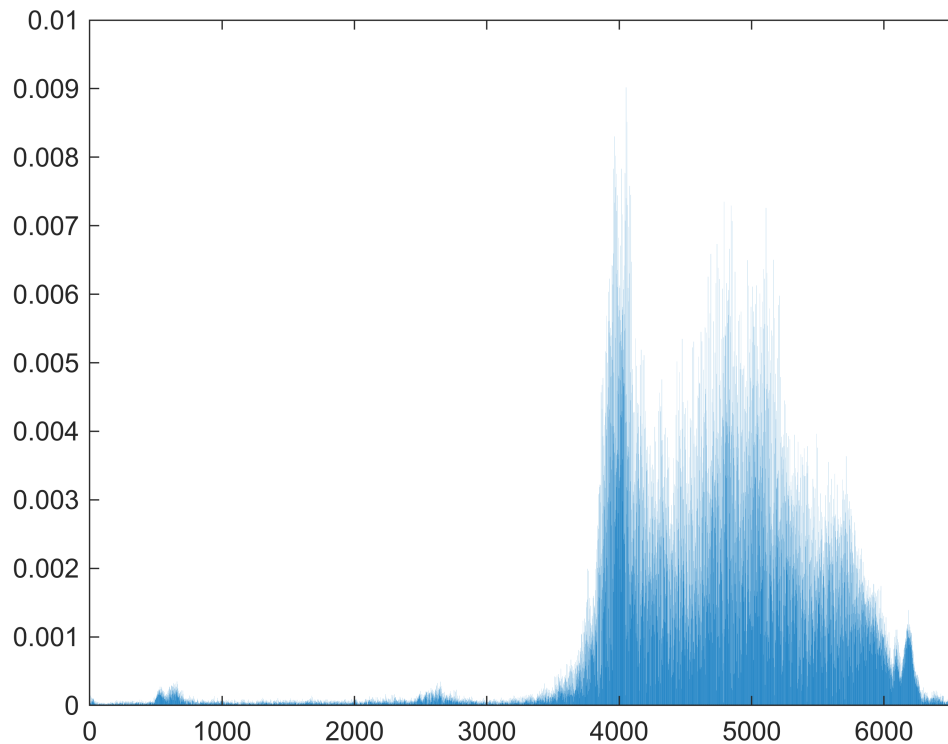
```
xfft=abs(fft(out));  
xfft=xfft/13129;  
x1=1:1:6564;  
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));  
axis([0,6564, 0,0.01]) ;  
title('Sygnal w dziedzinie czestotliwosci');
```



Zadanie 8

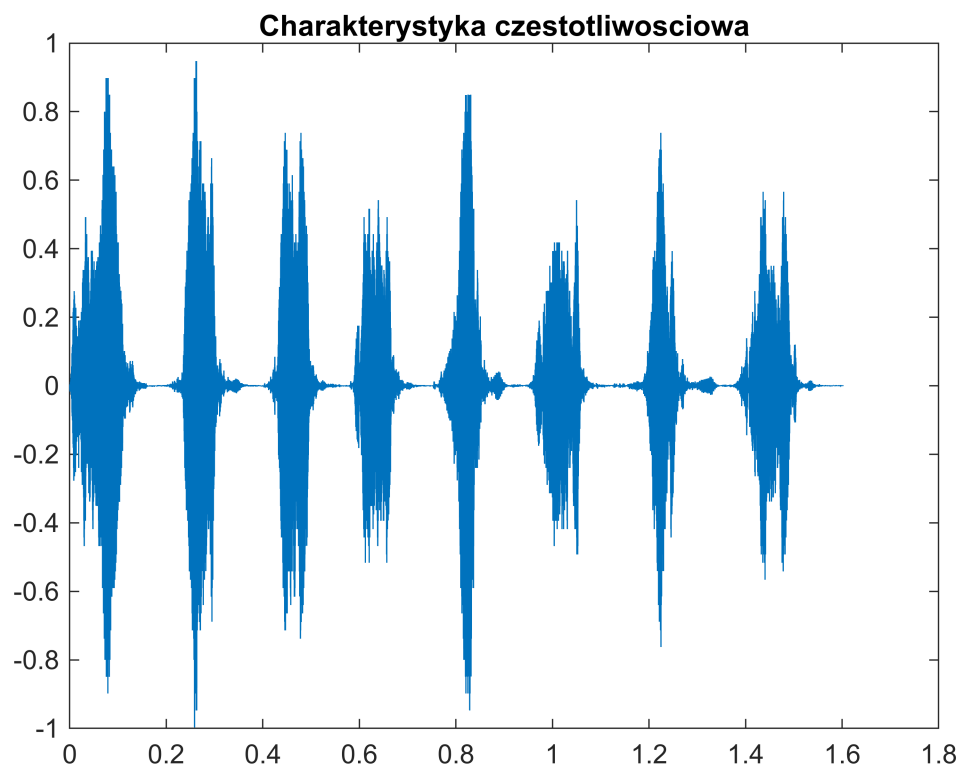
```
figure;
```

```
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]);
```

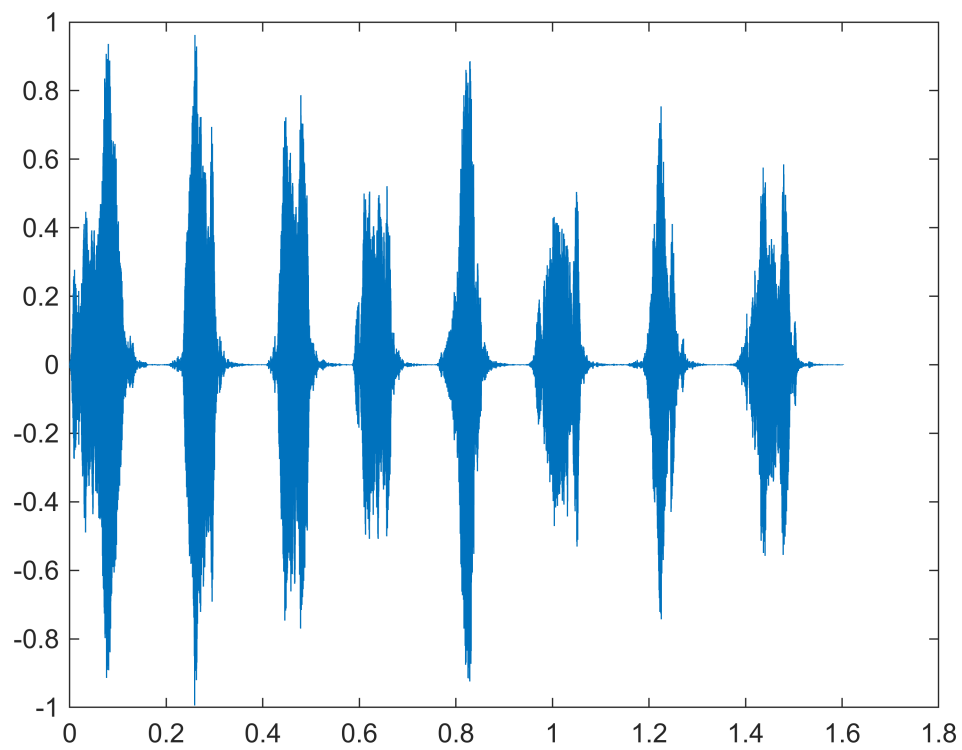


```
plot(t,y);
title('Sygnał w dziedzinie czasu');

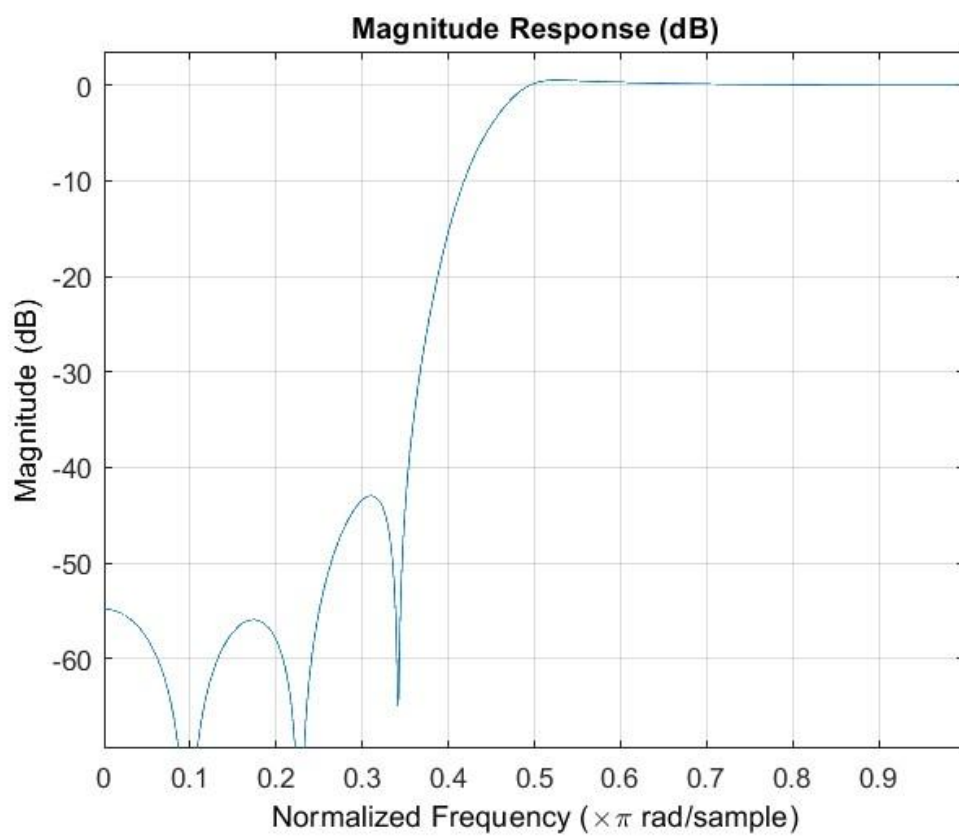
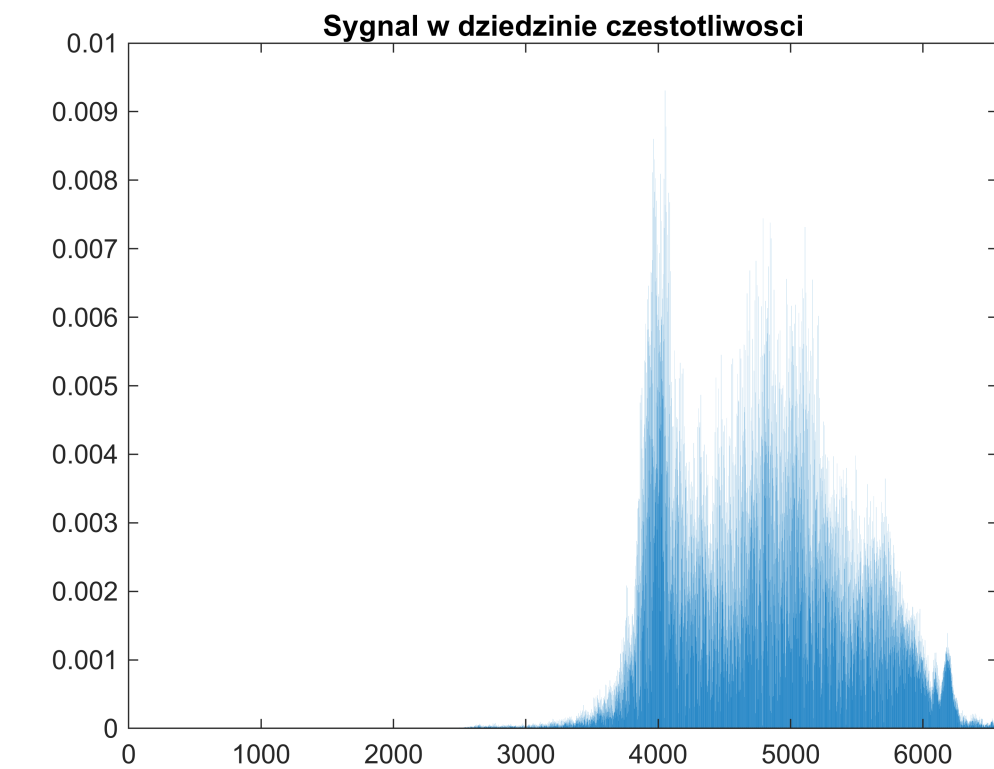
m = [0 0 0 0 0 1 1 1 1 1];
f = [0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.7 0.8 0.9 1];
[b,a] = yulewalk(10,f,m);
fvtool(b,a)
title('Charakterystyka czestotliwosciowa');
```



```
out = filter(b,a,y);  
plot(t, out);
```

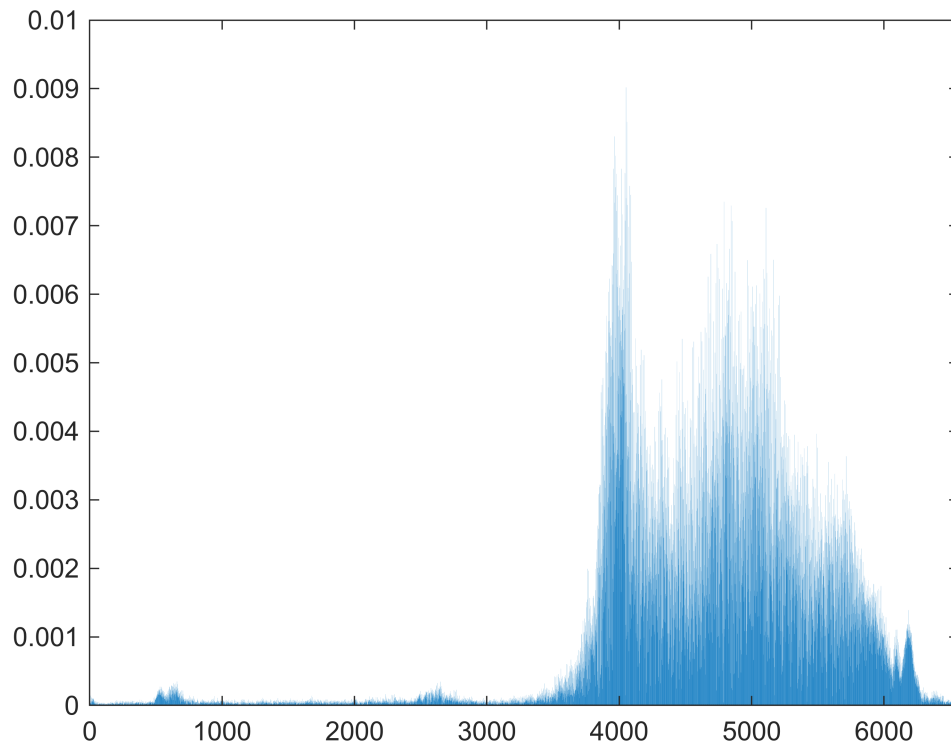


```
xfft=abs(fft(out));  
xfft=xfft/13129;  
x1=1:1:6564;  
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));  
axis([0,6564, 0,0.01]) ;  
title('Sygnal w dziedzinie czestotliwosci');
```



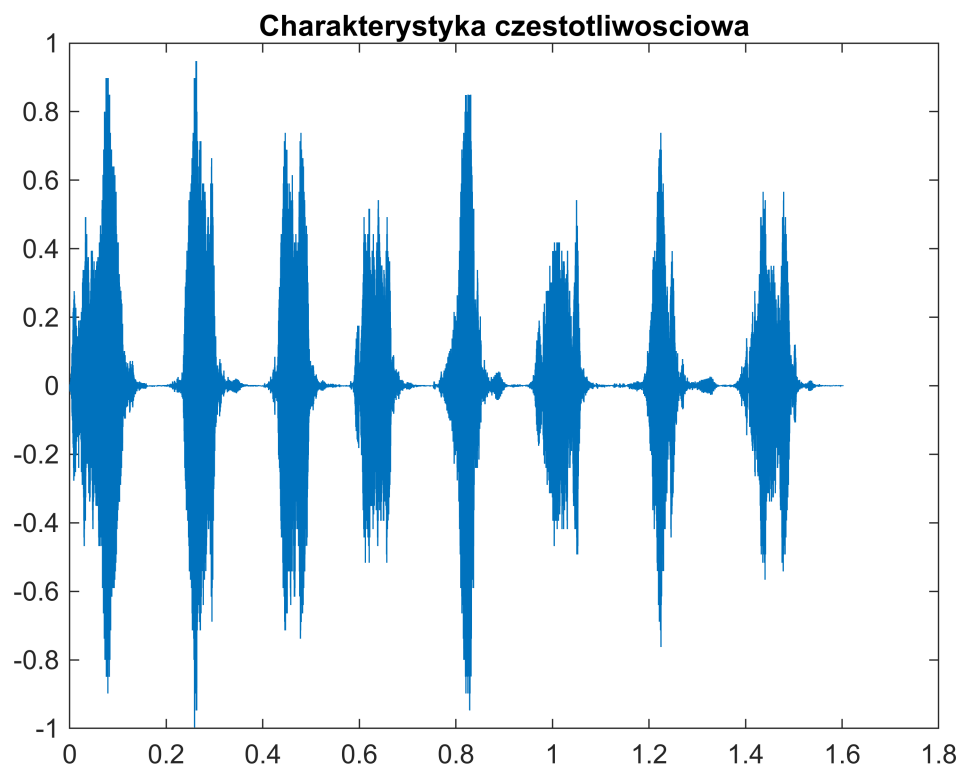
Zadanie 9

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

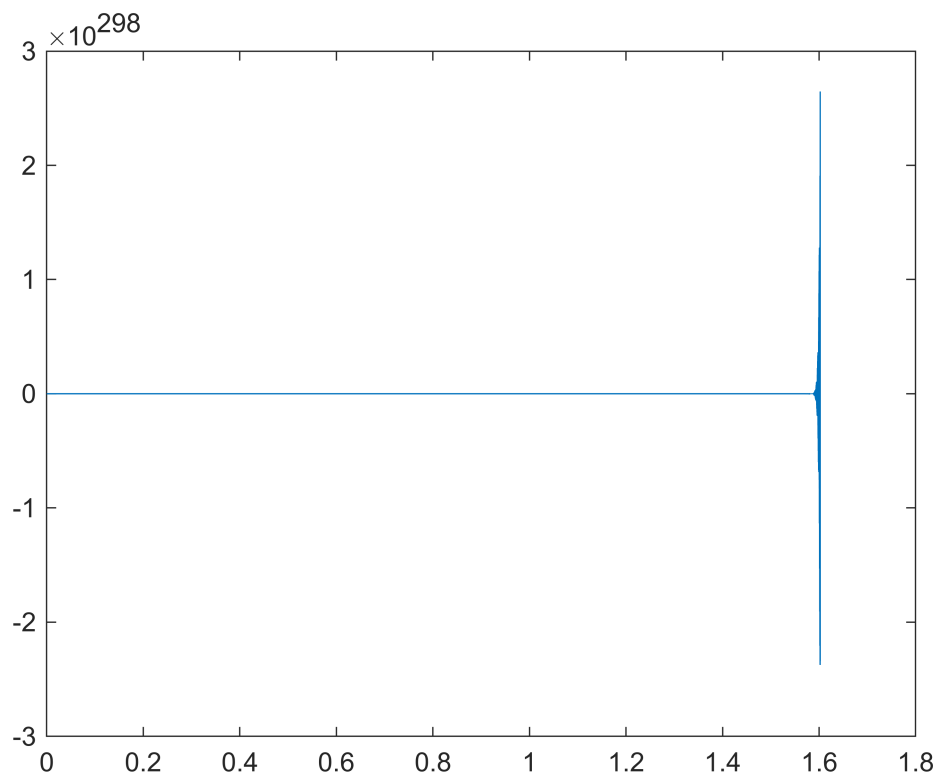


```
plot(t,y)
title('Sygnal w dziedzinie czasu');

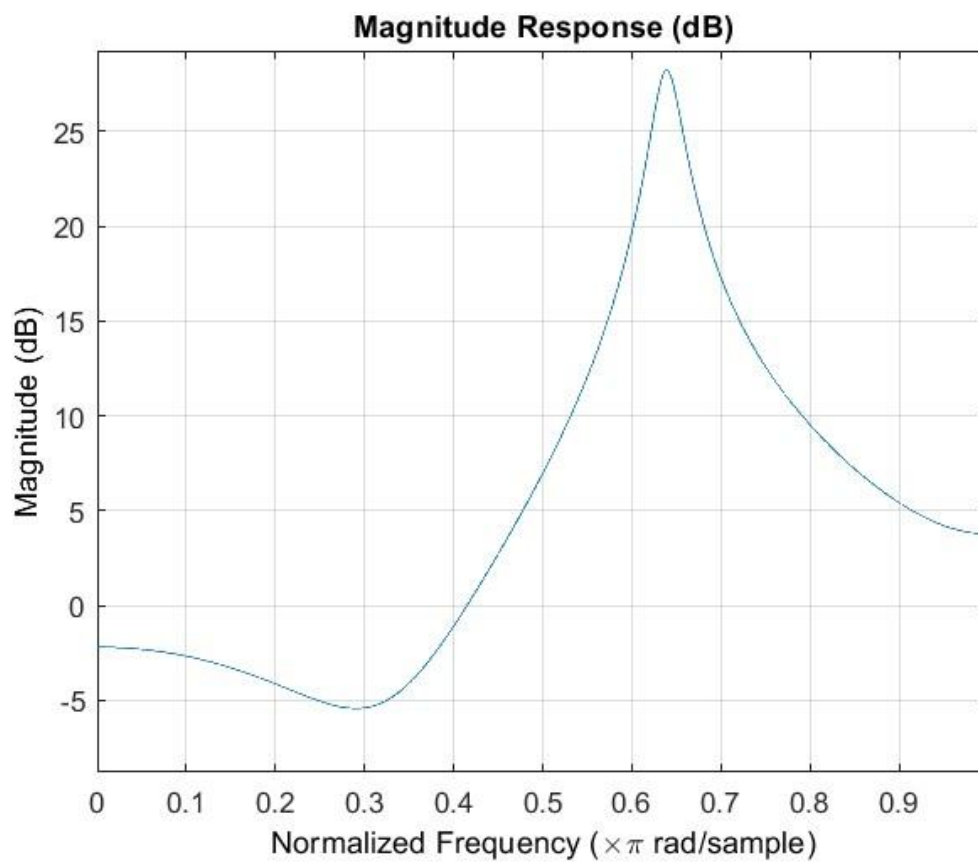
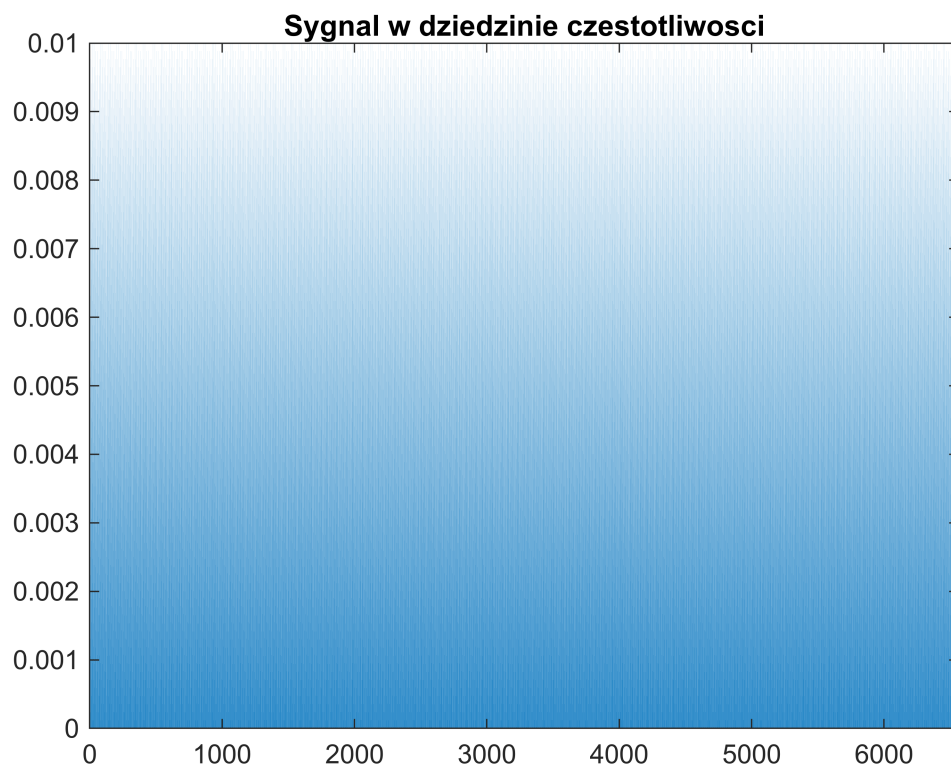
b = [0.9 -0.8 1 1];
a = [-0.9 -0.8 -1];
fvtool(b,a)
title('Charakterystyka czestotliwosciowa');
```

```
out = filter(b,a,y);  
plot(t, out);
```

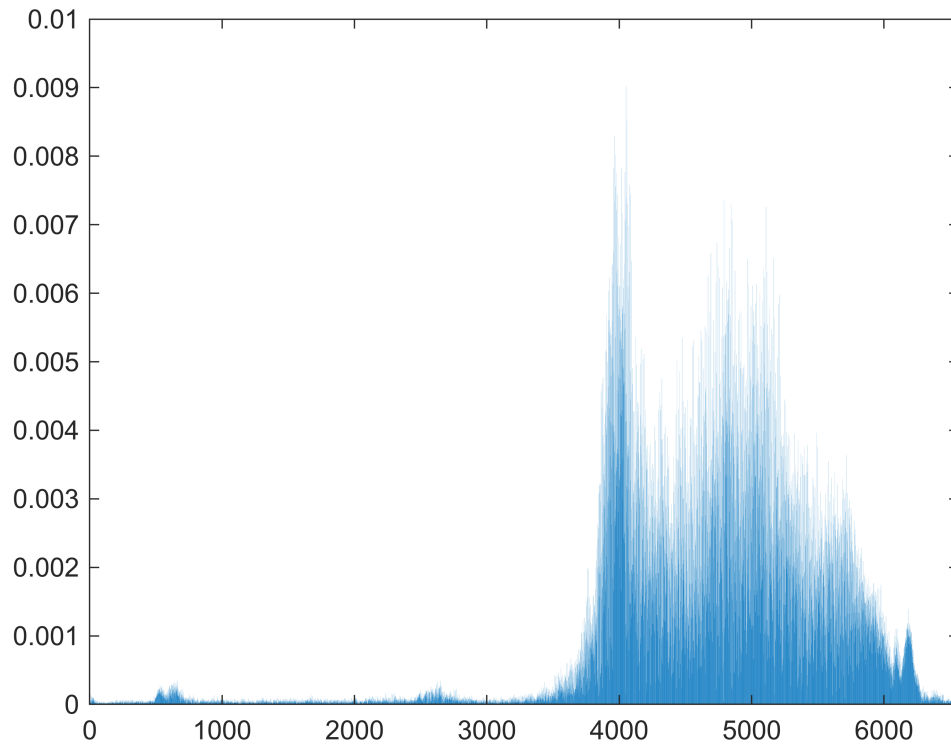


```
xfft=abs(fft(out));  
xfft=xfft/13129;  
x1=1:1:6564;  
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));  
axis([0,6564, 0,0.01]) ;  
title('Sygnal w dziedzinie czestotliwosci');
```



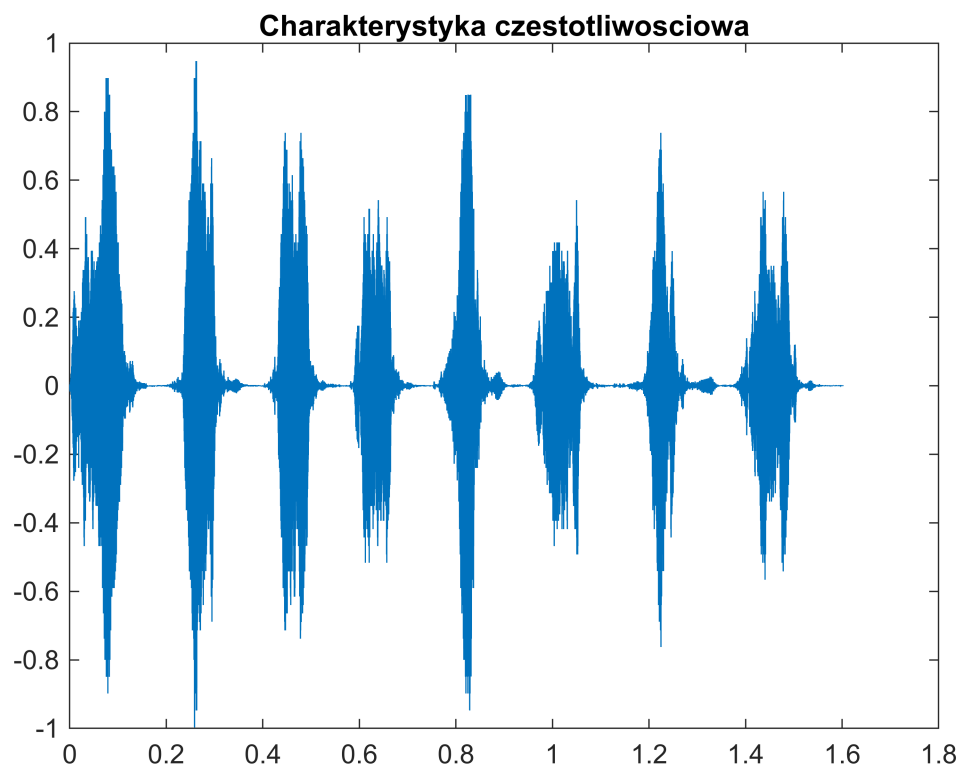
Zadanie 10

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

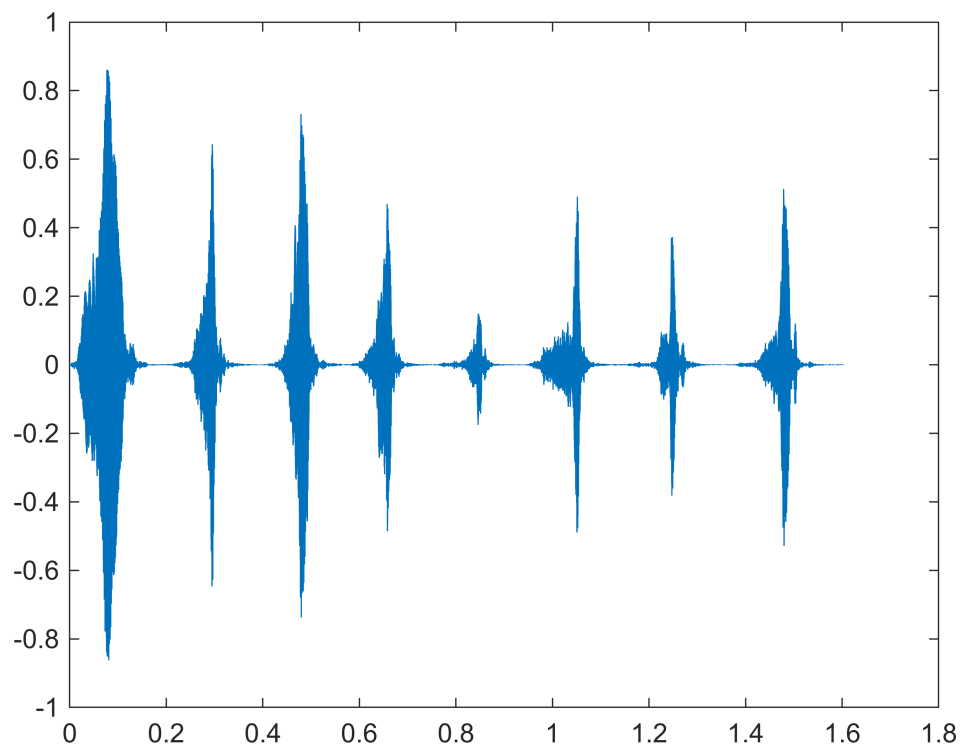


```
plot(t,y)
title('Sygnal w dziedzinie czasu');

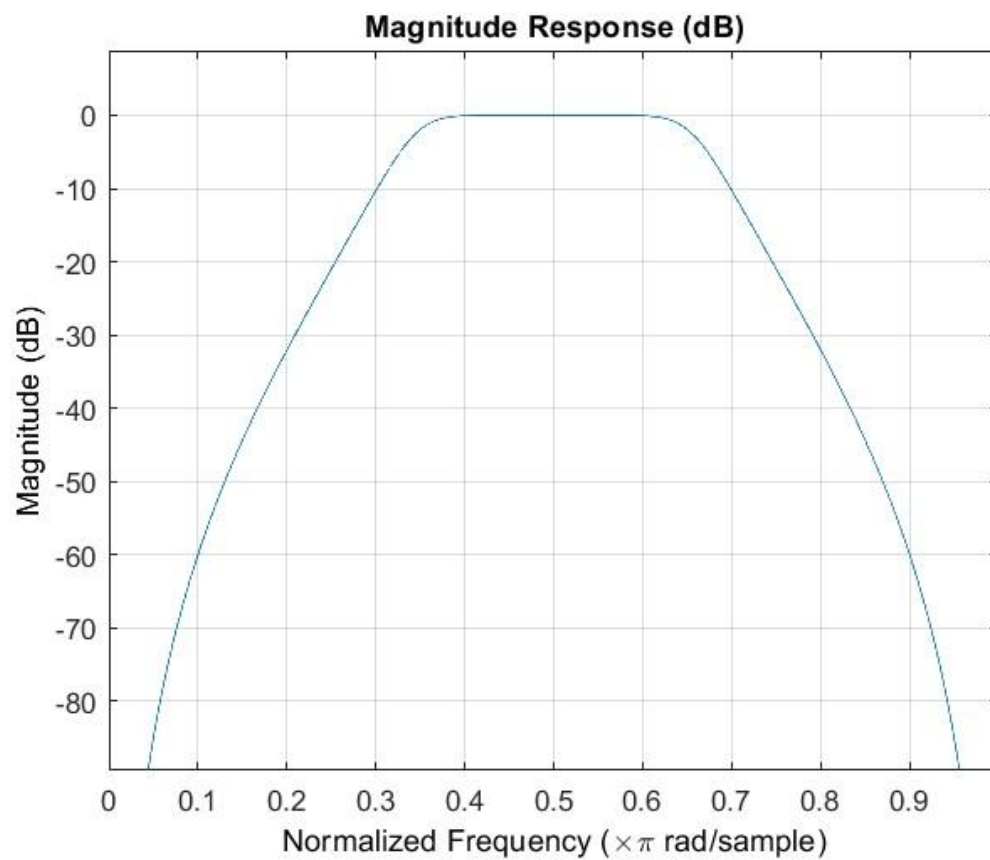
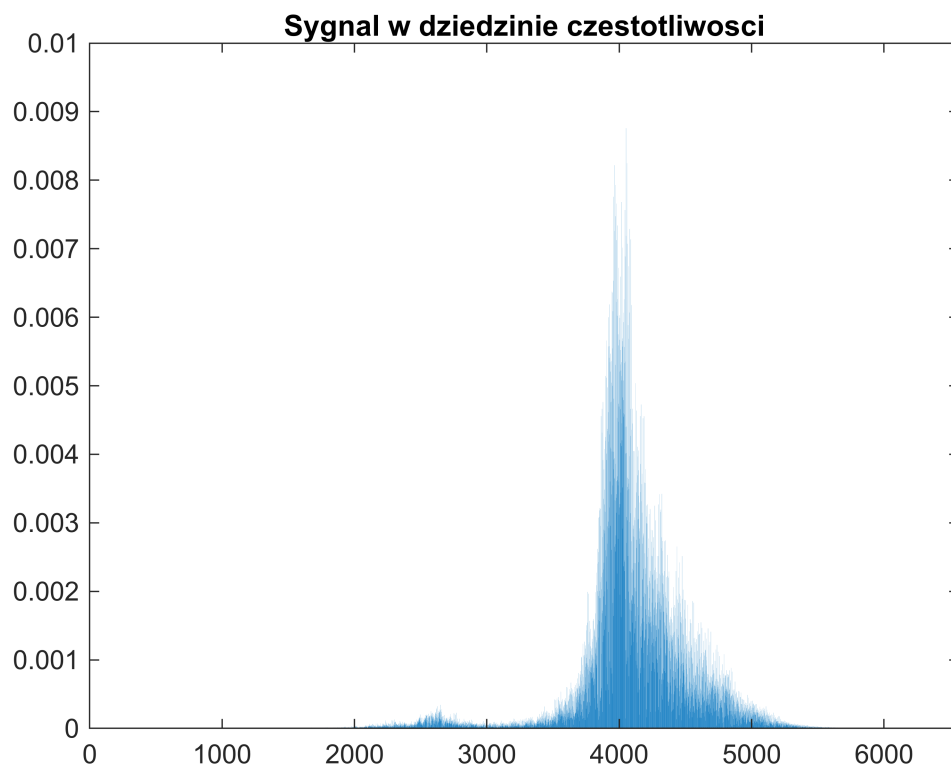
[n, Wn] = buttord([2000 3000]/5000, [500 4500]/5000,1,60);
[b,a] = butter(n,Wn);
fvtool(b,a)
title('Charakterystyka czestotliwosciowa');
```



```
out = filter(b,a,y);  
plot(t, out);
```

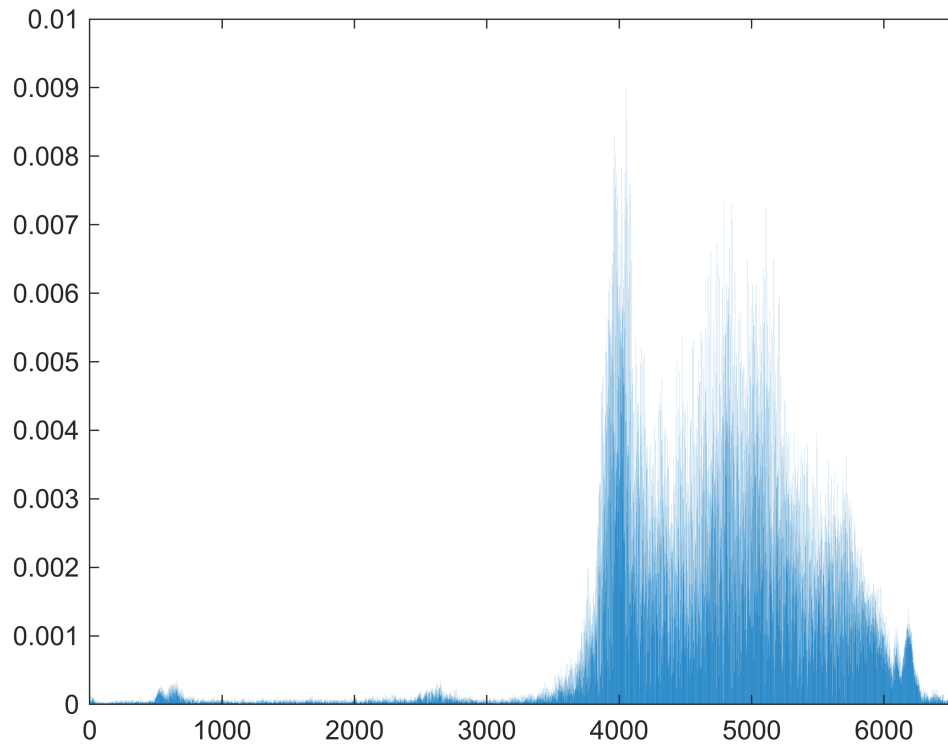


```
xfft=abs(fft(out));
xfft=xfft/13129;
x1=1:1:6564;
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));
axis([0,6564, 0,0.01]) ;
title('Sygnal w dziedzinie czestotliwosci');
```



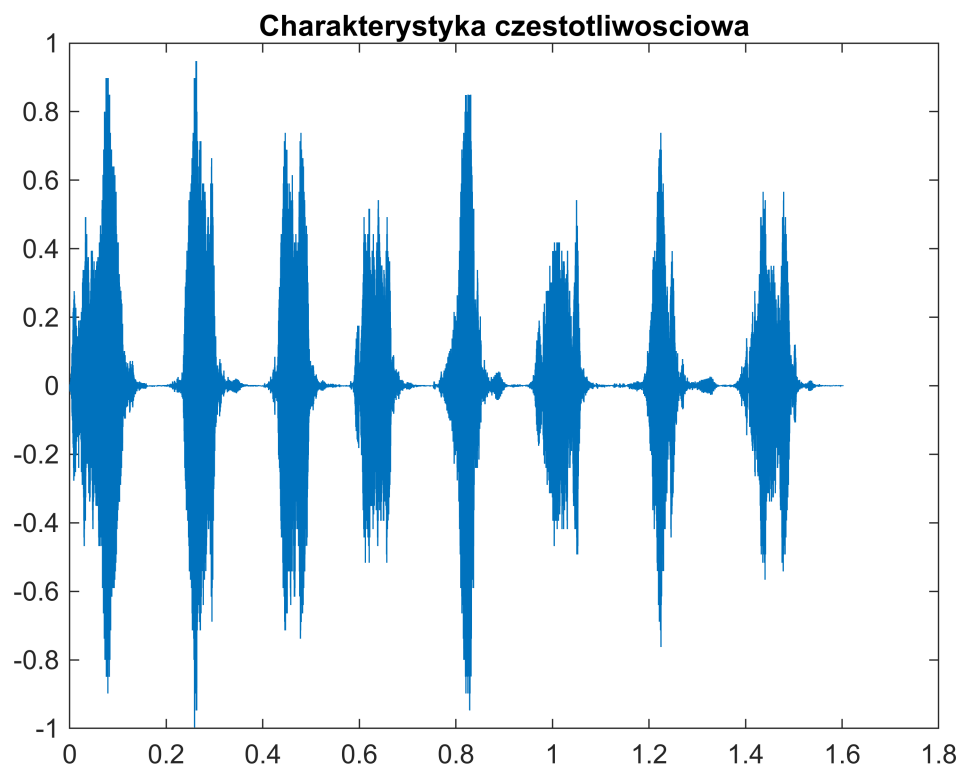
Zadanie 11

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

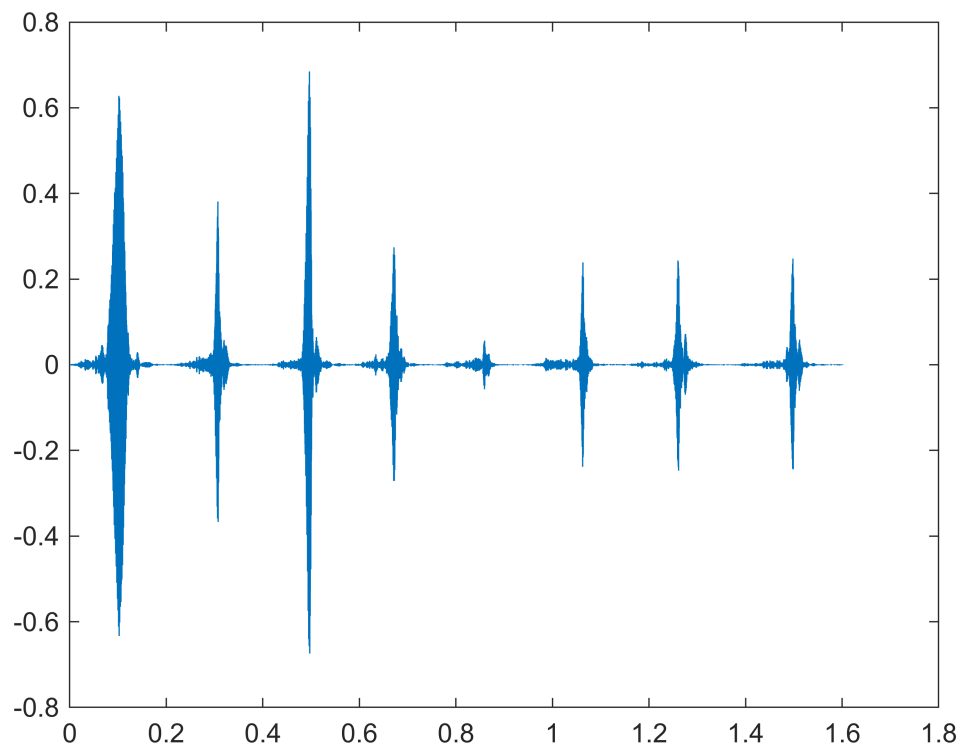


```
plot(t,y)
title('Sygnal w dziedzinie czasu');

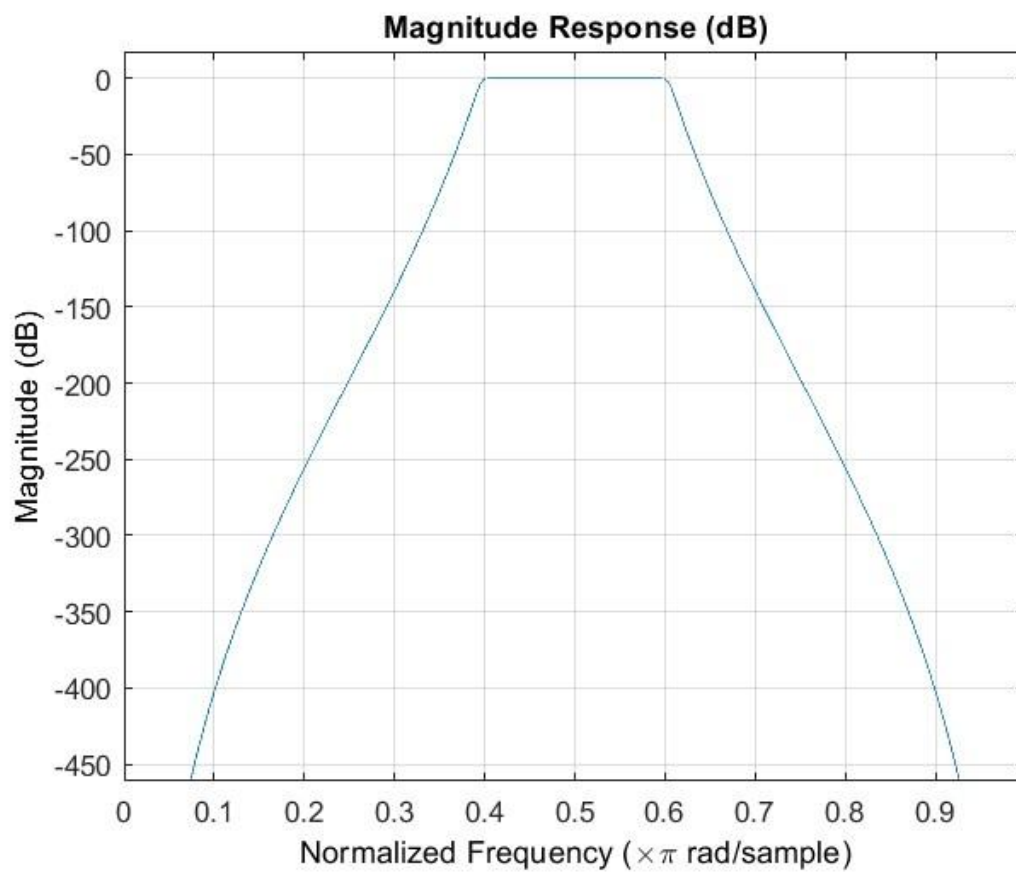
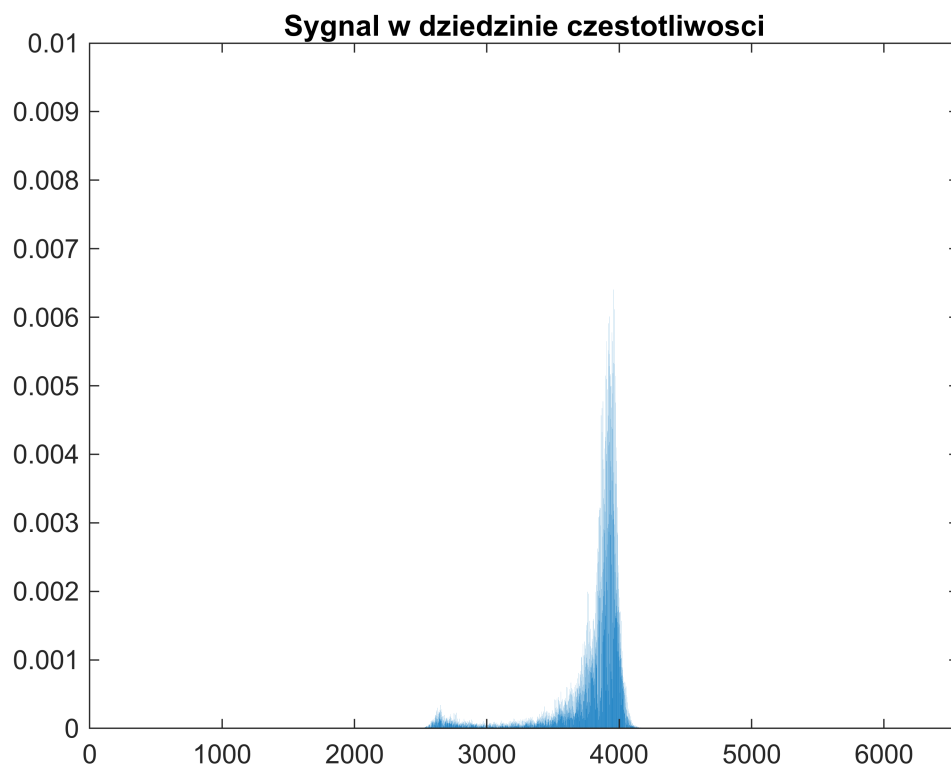
[n, Wn] = buttord([2000 3000]/5000, [1800 3200]/5000,1,60);
[b,a] = butter(n,Wn);
fvtool(b,a)
title('Charakterystyka czestotliwosciowa');
```

```
out = filter(b,a,y);  
plot(t, out);
```

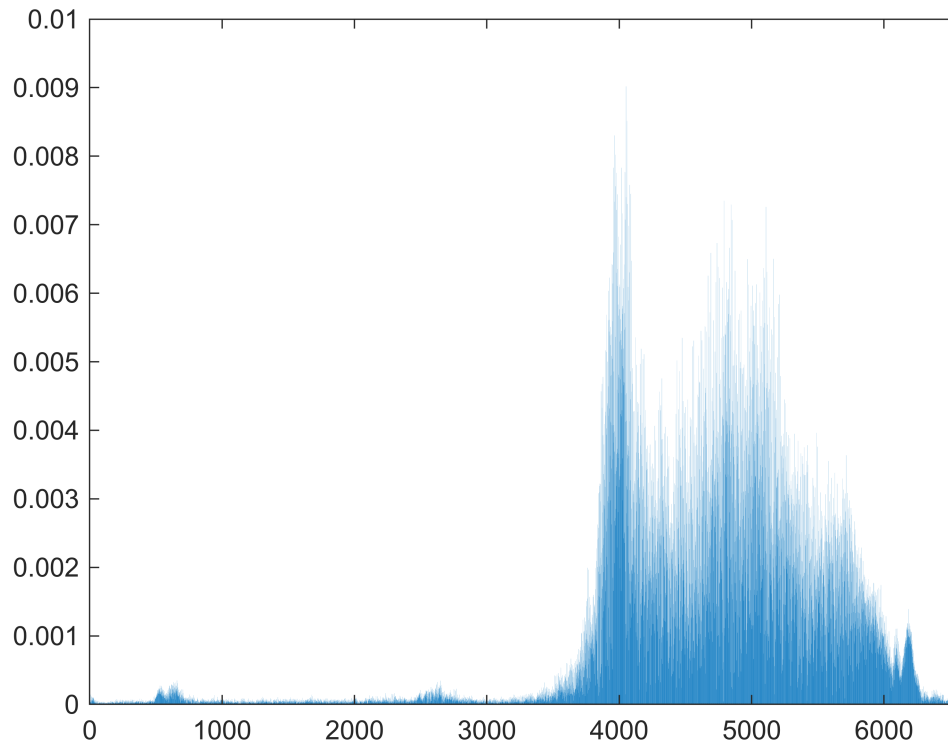


```
xfft=abs(fft(out));  
xfft=xfft/13129;  
x1=1:1:6564;  
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));  
axis([0,6564, 0,0.01]) ;  
title('Sygnal w dziedzinie czestotliwosci');
```



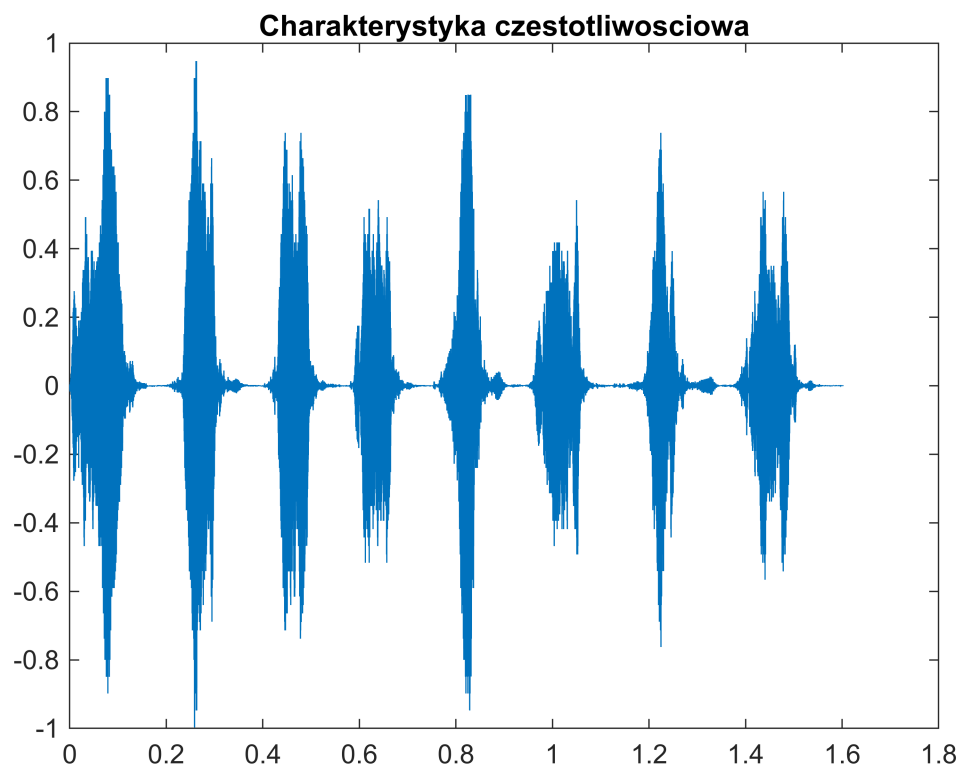
Zadanie 12

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

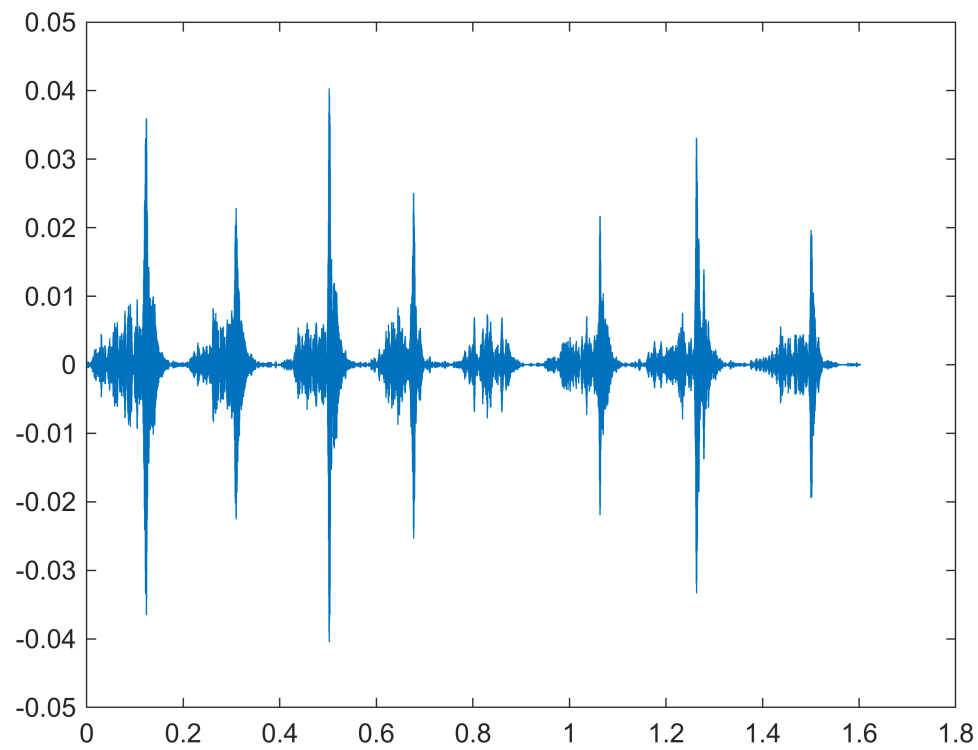


```
plot(t,y)
title('Sygnal w dziedzinie czasu');

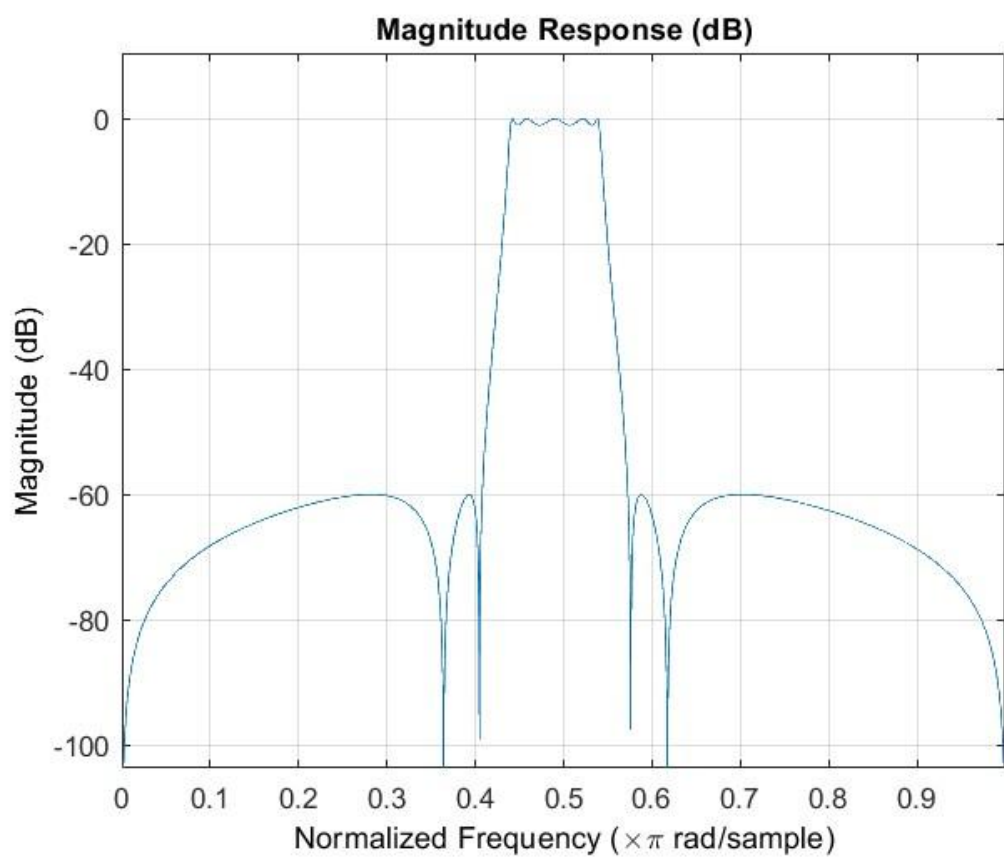
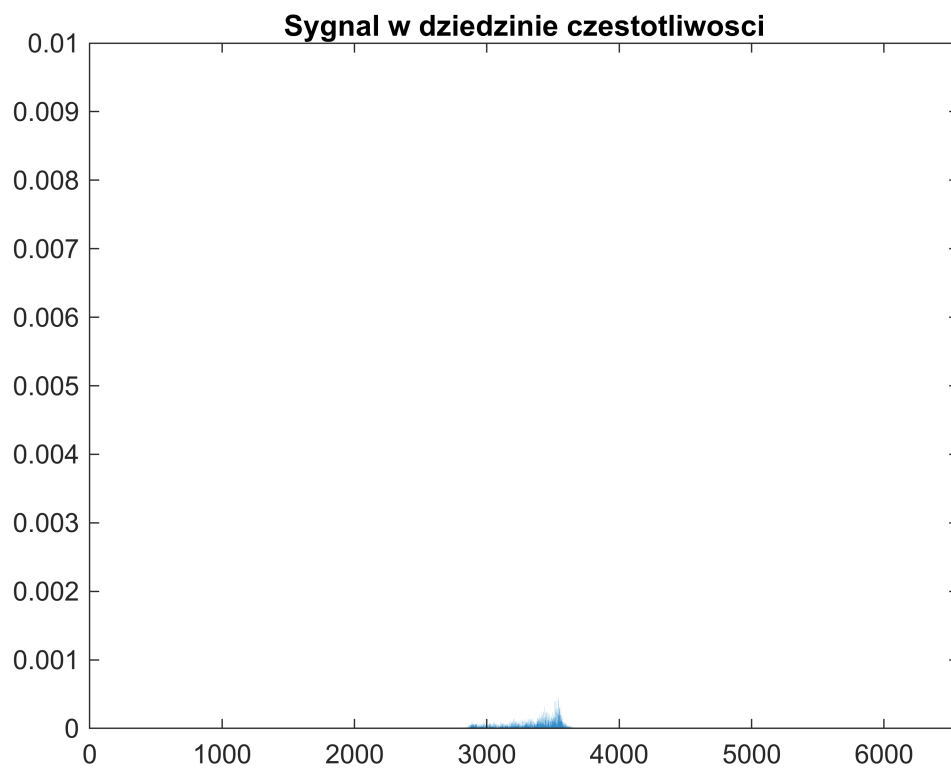
[n, Wn] = ellipord([2200 2700]/5000, [2000 2900]/5000,1,60);
[b,a] = ellip(n, 1, 60, Wn);
fvtool(b,a)
title('Charakterystyka czestotliwosciowa');
```



```
out = filter(b,a,y);  
plot(t, out);
```

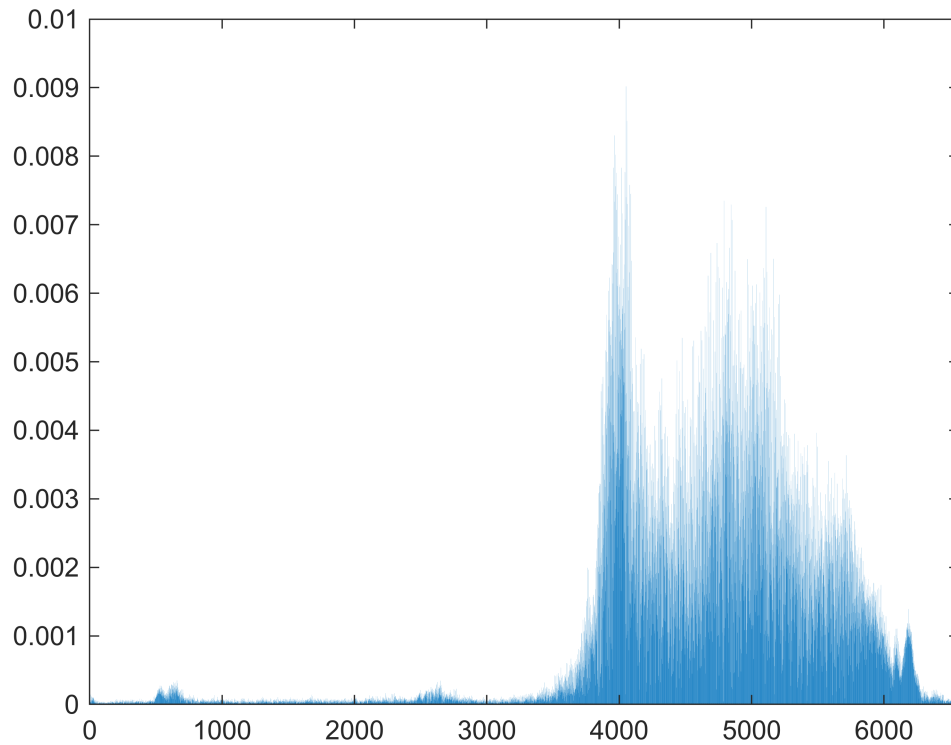


```
xfft=abs(fft(out));  
xfft=xfft/13129;  
x1=1:1:6564;  
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));  
axis([0,6564, 0,0.01]) ;  
title('Sygnal w dziedzinie czestotliwosci');
```



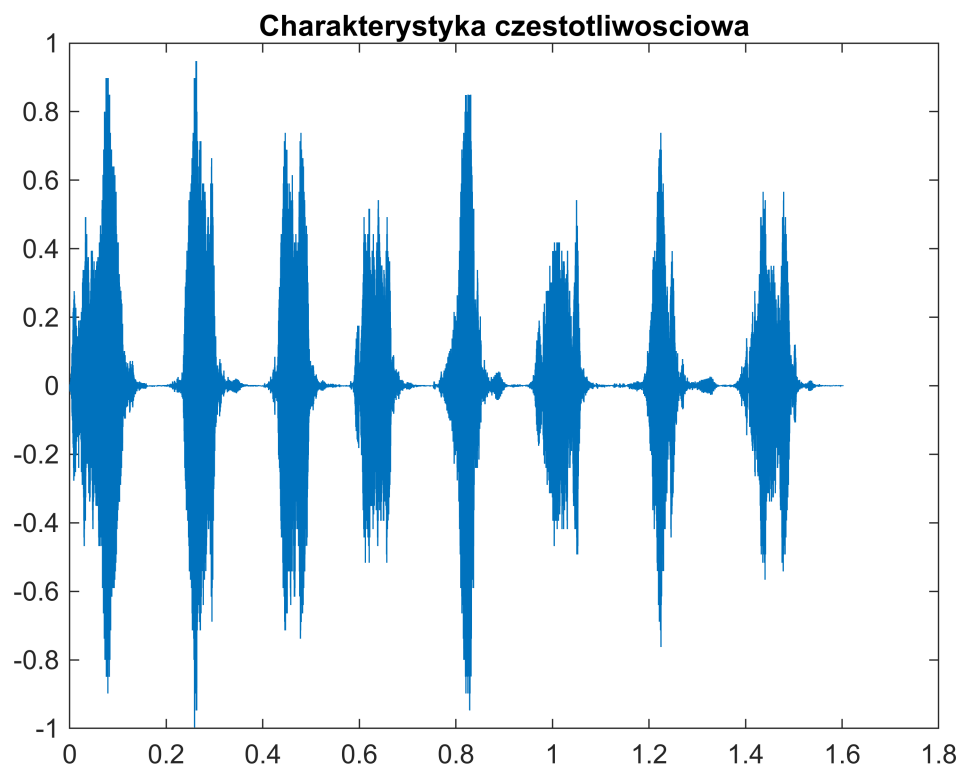
Zadanie 13

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

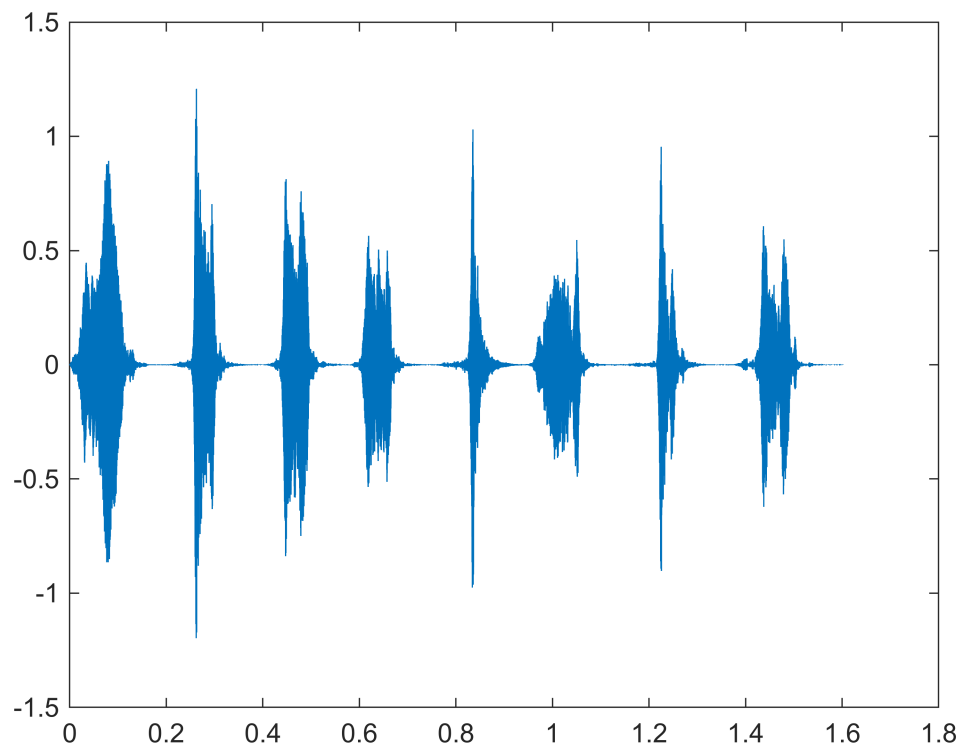


```
plot(t,y)
title('Sygnal w dziedzinie czasu');

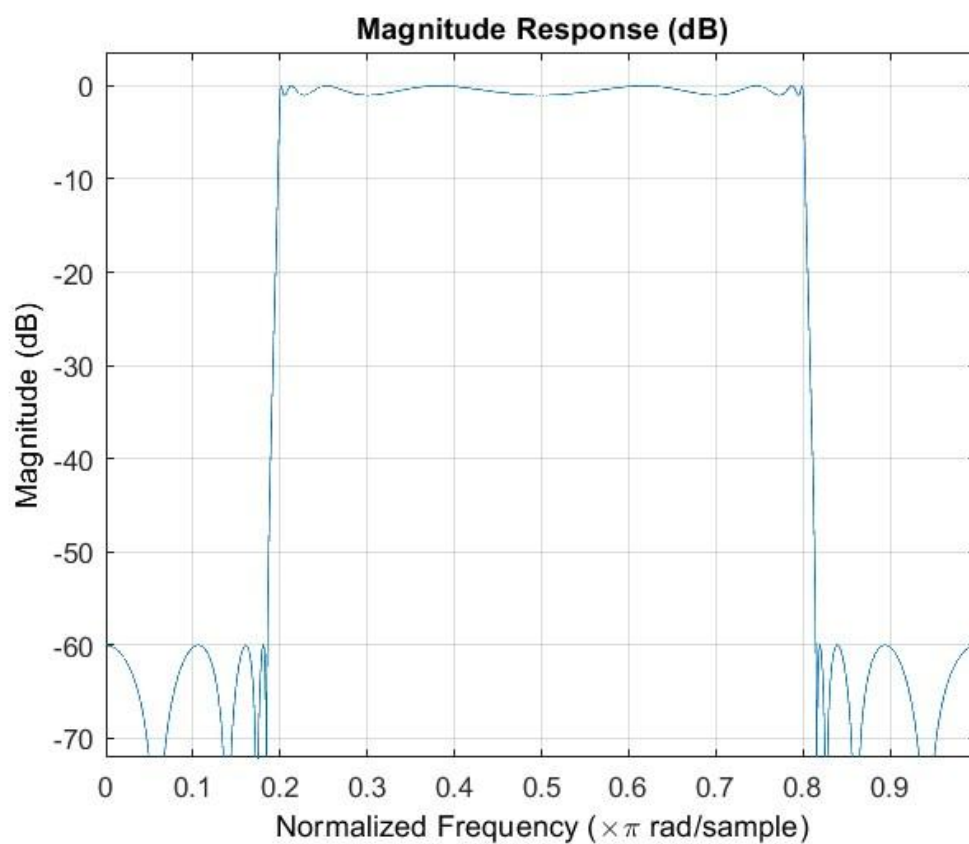
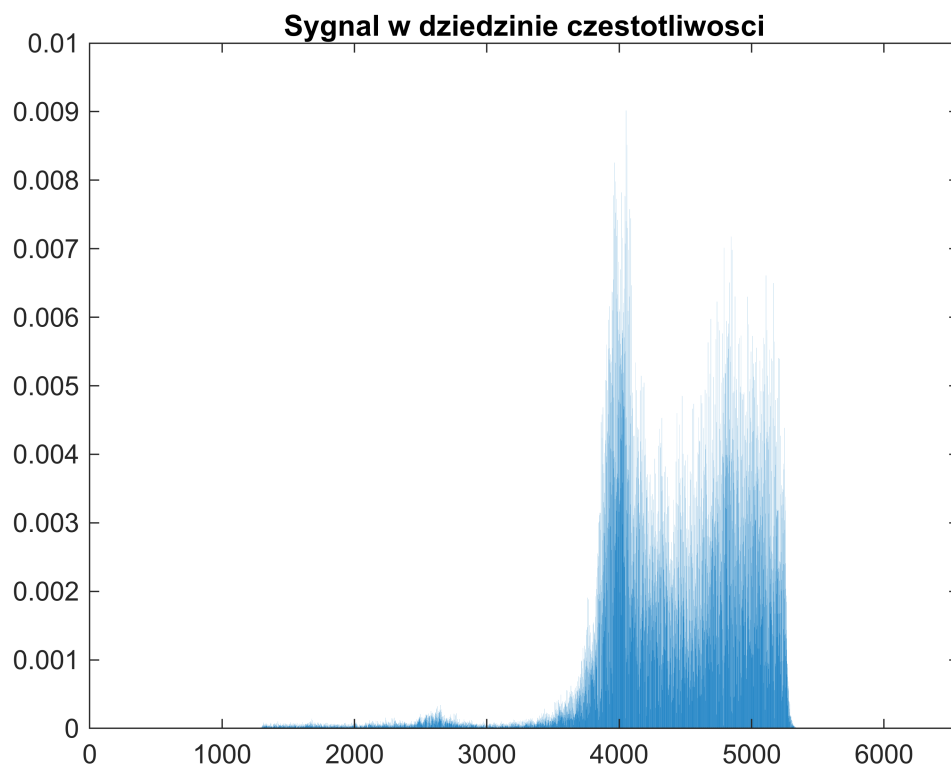
[n, Wn] = ellipord([1000 4000]/5000, [900 4100]/5000,1,60);
[b,a] = ellip(n, 1, 60, Wn);
fvtool(b,a)
title('Charakterystyka czestotliwosciowa');
```

```
out = filter(b,a,y);  
plot(t, out);
```

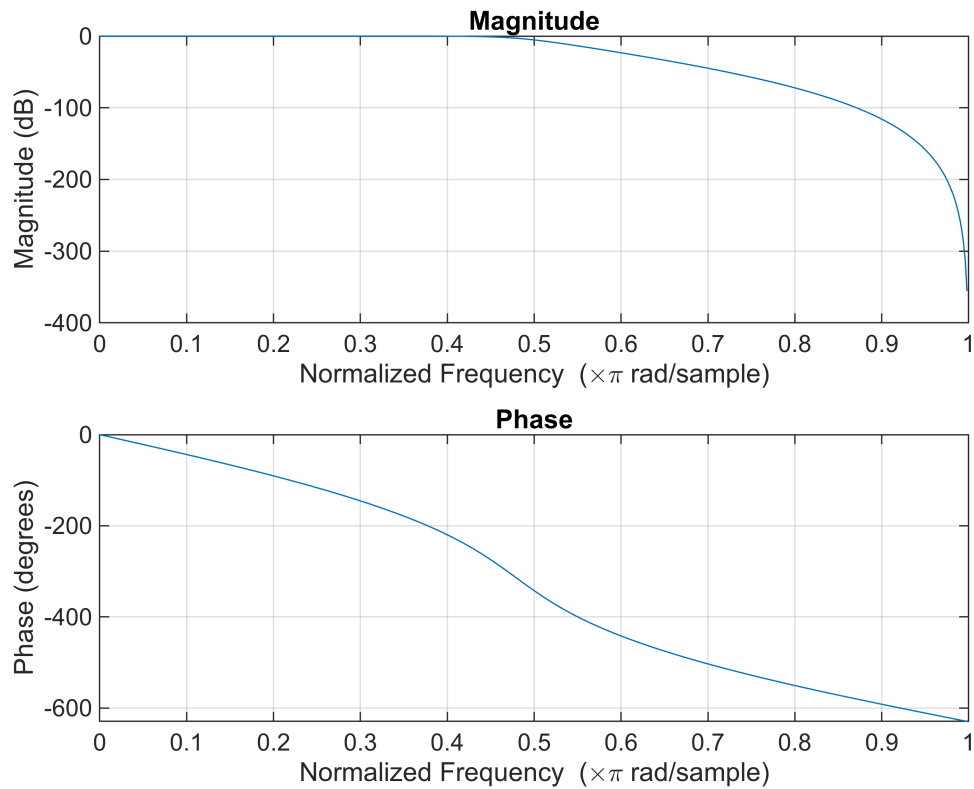


```
xfft=abs(fft(out));  
xfft=xfft/13129;  
x1=1:1:6564;  
bar(x1(1:6564), xfft(1:6564));  
axis([0,6564, 0,0.01]) ;  
title('Sygnal w dziedzinie czestotliwosci');
```

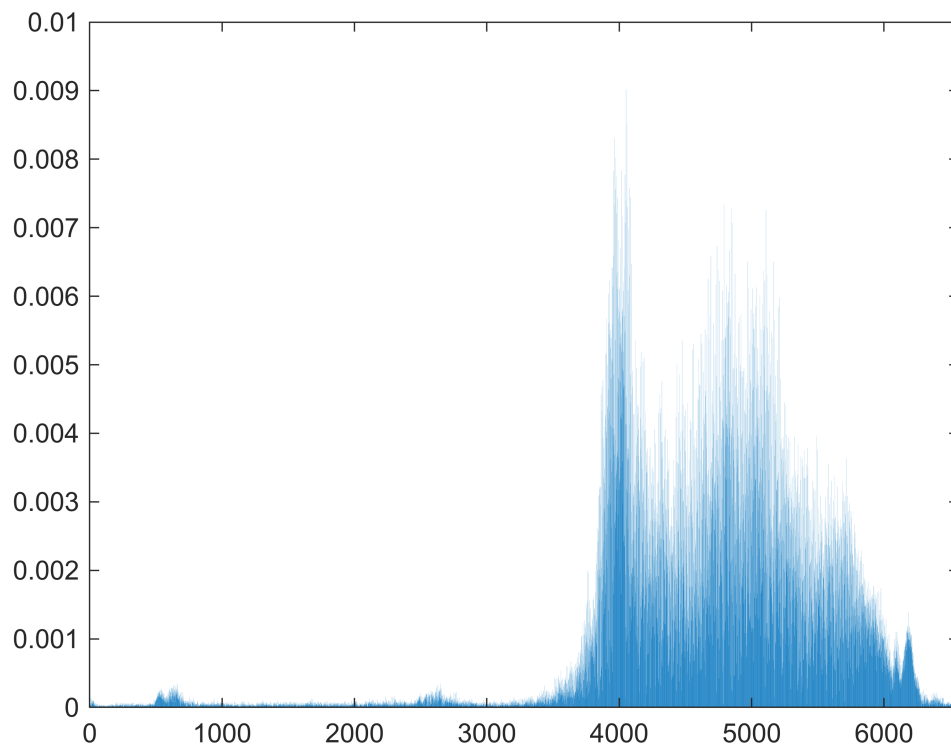


Zadanie 14

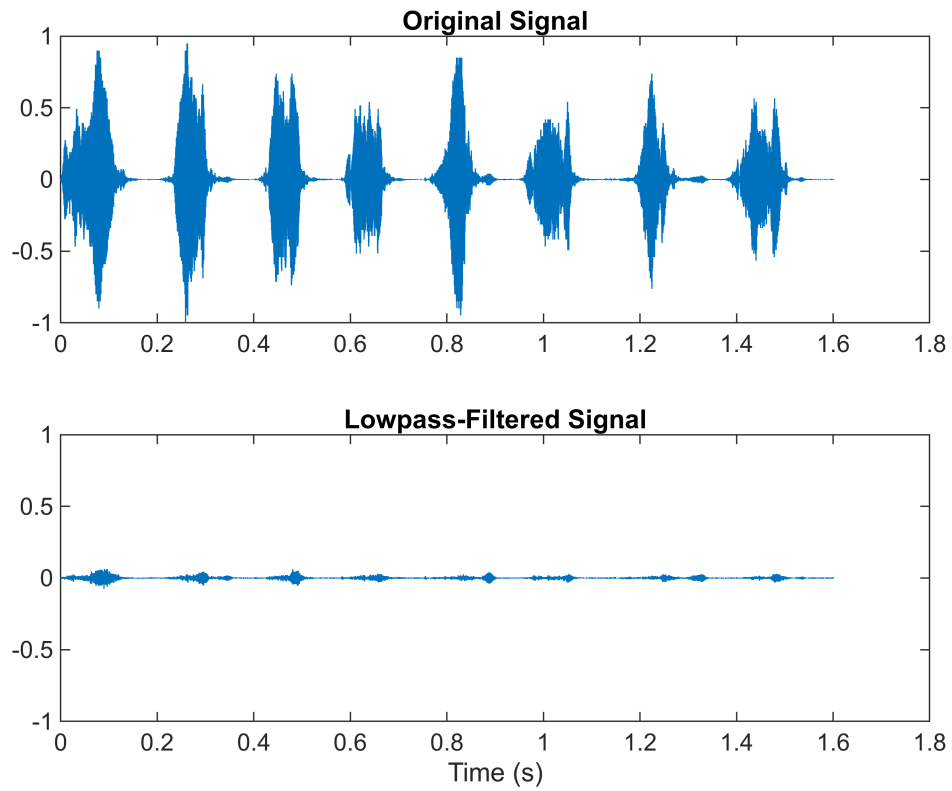
```
load chirp
[zhi,phi,khi] = butter(7,0.48,'low');
soslo = zp2sos(zhi,phi,khi);
freqz(soslo)
```



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

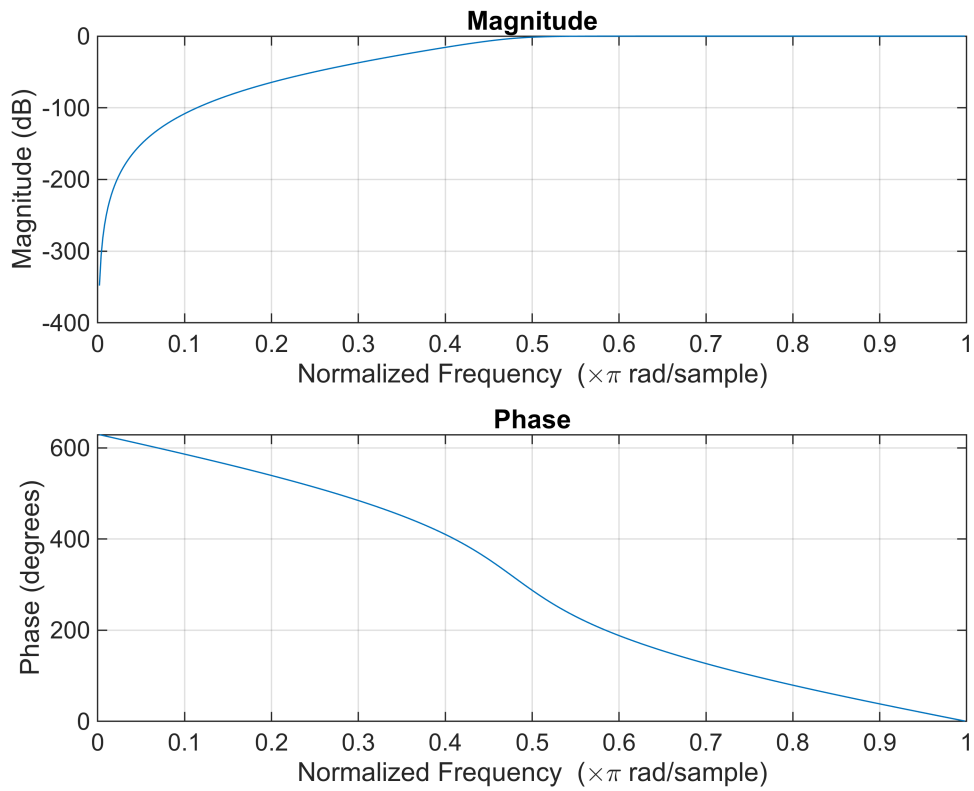


```
outlo = sosfilt(soslo,y);  
subplot(2,1,1)  
plot(t,y)  
title('Original Signal')  
ys = ylim;  
  
subplot(2,1,2)  
plot(t,outlo)  
title('Lowpass-Filtered Signal')  
xlabel('Time (s)')  
ylim(ys)
```

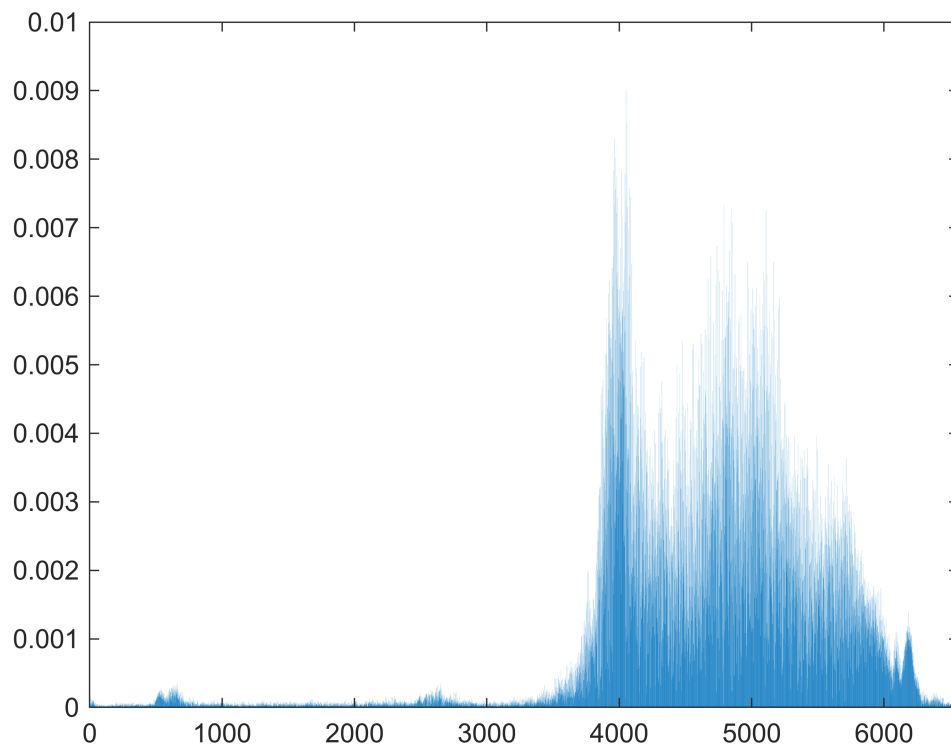


Zadanie 15

```
load chirp
[zhi,phi,khi] = butter(7,0.48,'high');
sosbi = zp2sos(zhi,phi,khi);
freqz(sosbi)
```



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



```
outhi = sosfilt(soshi,y);
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)
```