

## LAB 03: DZIAŁANIE I PARAMETRY FILTRÓW FIR (SOI)

**Karol Działowski**

nr albumu: 39259  
przedmiot: Sygnały akustyczne

Szczecin, 30 marca 2021

### Spis treści

<b>1</b>	<b>Cel laboratorium</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Charakterystyka rozpatrywanego filtra</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Filtracja sygnału dźwiękowego</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Spektrogram</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>5</b>

### 1 Cel laboratorium

Celem laboratorium było zapoznanie się z działaniem i charakterystyką filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej (FIR). W ramach zajęć należało przeanalizować dostarczone do zadania współczynniki filtra typu FIR oraz filtracja dowolnego sygnału przy użyciu dostarczonych współczynników.

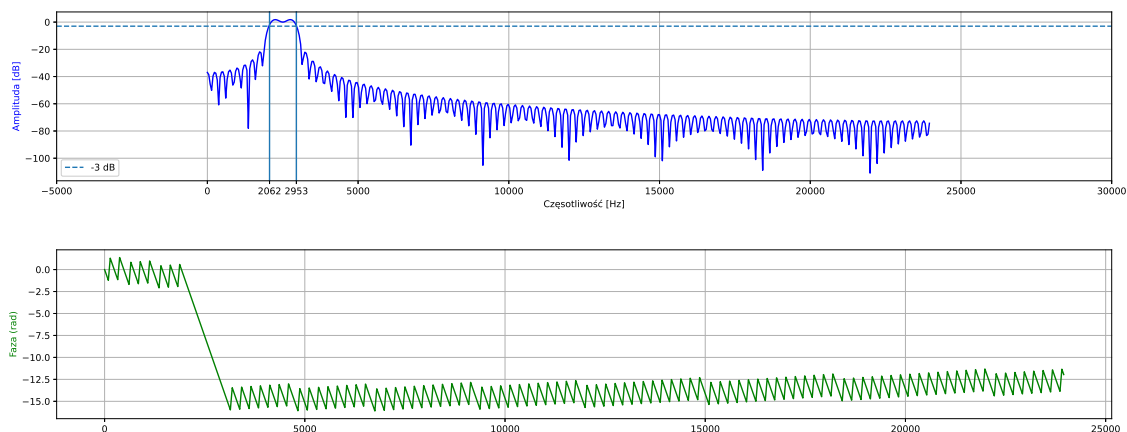
## 2 Charakterystyka rozpatrywanego filtra

Pierwszym zadaniem było wczytanie filtra oraz obliczenie i przedstawienie wykresów charakterystyk częstotliwościowych (amplitudowej oraz fazowej). W tym celu wykorzystano gotową bibliotekę do obliczenia FFT.

Charakterystykę częstotliwościową wyznaczono na podstawie wzoru:

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) \cdot e^{-j\omega n} \quad (1)$$

Na podstawie otrzymanej charakterystyki częstotliwościowej (amplitudowej) wyznaczono częstotliwości graniczne, czyli znaleziono argumenty, dla których wartość wynosi -3 dB.



**Rysunek 1:** Analiza charakterystyki częstotliwościowej dostarczonego filtra. Linia przerywaną zaznaczono wartość -3 dB. Liniami pionowymi zaznaczono częstotliwości graniczne.

Źródło: Opracowanie własne

### Kod źródłowy 1: Analiza dostarczonego filtra

Źródło: Opracowanie własne

```
1  b_file = open("Lab_03-Flt_03_DK.txt", "r")
2  b = b_file.readlines()
3  # FFT
4  w, h = signal.freqz(b, fs=48000)
5  # Charakterystyka częstotliwościowa i fazowa
6  filter_freq = 20 * np.log10(abs(h))
7  filter_phase = np.unwrap(np.angle(h))
8  # Częstotliwości graniczne
9  lower = w[filter_freq >= -3][0]
10 upper = w[filter_freq >= -3][-1]
11 bandwidth = np.abs(lower - upper)
```

Przy pomocy kodu z listingu 1 i analizy wykresu charakterystyki częstotliwościowej wyznaczono parametry filtra:

**Tabela 1:** Parametry filtra

Parametr	Wartość
Częstotliwość graniczna dolna	2062.5 Hz
Częstotliwość graniczna górna	2953.125 Hz
Szerokość pasma	890.625 Hz
Rodzaj filtra	pasmowo przepustowy

### 3 Filtracja sygnału dźwiękowego

Korzystając z dostarczonych współczynników dokonano filtracji w dziedzinie czasu. Filtrację w dziedzinie czasu wykonano stosując wzór:

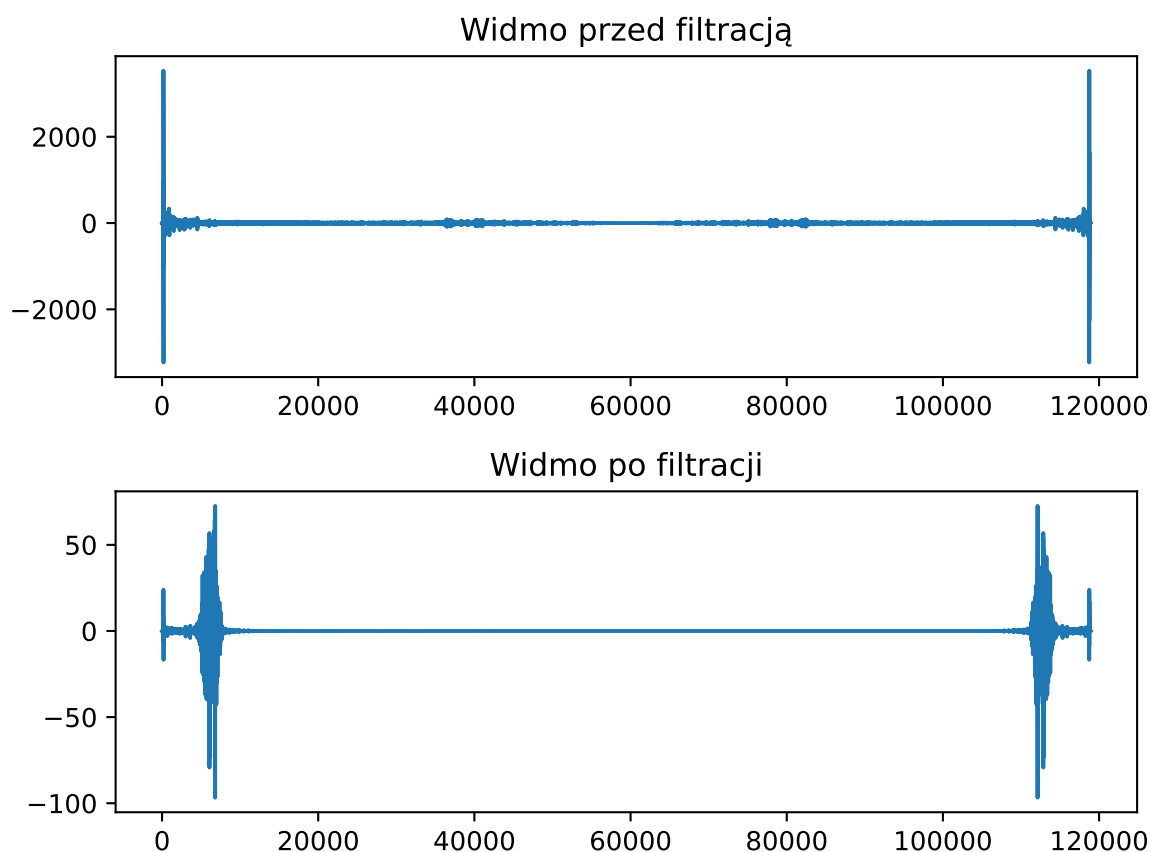
$$y(n) = \sum_{m=0}^{M-1} b_m \cdot x(n - m) \quad (2)$$

#### Kod źródłowy 2: Filtracja

Źródło: Opracowanie własne

```
1 def filter(x, b):
2     y = np.zeros_like(x)
3     for n in range(len(x)):
4         sum = 0
5         for k in range(len(b)):
6             sum += b[k] * x[n - k]
7         y[n] = sum
8
9     return y
```

Poniżej przedstawiono badany sygnał w dziedzinie widmowej przed i po filtracji.

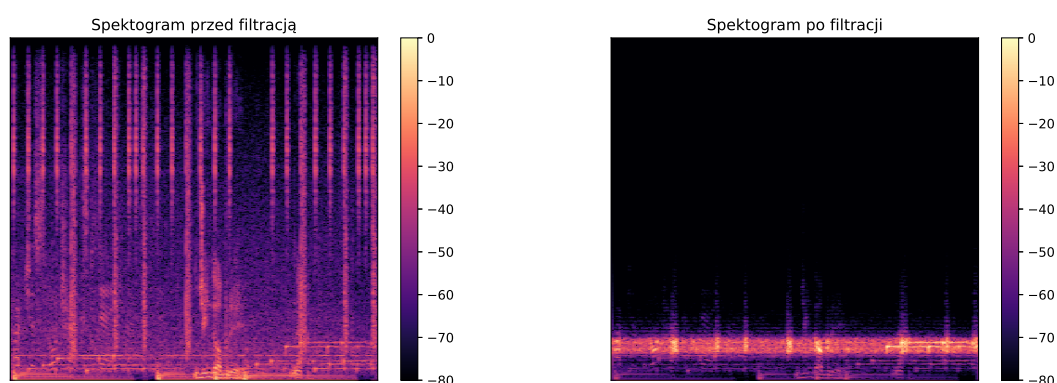


**Rysunek 2:** Analiza widmowa sygnału przed i po filtracji z wykorzystaniem dostarczonych współczynników FIR.

Źródło: Opracowanie własne

## 4 Spektrogram

Dodatkowo wykonano spektrogram przed i po filtracji. Wyniki zaprezentowano na rysunki niżej.



**Rysunek 3:** Porównanie spektrogramów sygnału przed i po filtracji.

Źródło: Opracowanie własne

### Kod źródłowy 3: Spektrogram

Źródło: Opracowanie własne

```
1 def spectrogram(y):  
2     D = librosa.stft(y) # STFT of y  
3     S_db = librosa.amplitude_to_db(np.abs(D), ref=np.max)  
4     plt.figure()  
5     librosa.display.specshow(S_db)  
6     plt.colorbar()
```

## 5 Podsumowanie

W ramach laboratorium zapoznano się z działaniem filtra FIR. Wczytano dostarczone współczynniki odpowiedzi impulsowej filtra, przeanalizowano je pod względem częstotliwości granicznych i szerokości pasma. Wykorzystano dostarczony filtr do filtracji wybranego sygnału w dziedzinie częstotliwości. Pokazano wykresy widmowe przed i po filtracji dla danego sygnału oraz w postaci spektrogramu.