

# SM LAB\_2 Sprawozdanie

## Lewicki Maciej

1.1 Funkcja zmieniająca rozdzielcość bitową danych w zakresie od 2 do 32 bitów:

```
def quantize(_data, _bits):
    assert 2 <= _bits <= 32

    out_val = data.astype(np.float32)
    _start = 0
    _end = 0

    if np.issubdtype(_data.dtype, np.floating):
        _start = -1
        _end = 1
    else:
        _start = np.iinfo(_data.dtype).min
        _end = np.iinfo(_data.dtype).max

    _range2 = 2**_bits-1

    out_val = (out_val-_start)/(_end-_start)
    out_val = np.round(out_val*_range2)/_range2
    out_val = ((out_val*(_end-_start))+_start).astype(_data.dtype)
    return out_val
```

1.2 Funkcja decymująca o dowolny interwał n będący liczbą całkowitą:

```
def decimate(_data, _interval):
    return data[::_interval].copy()
```

1.3 Funkcję wykonującą interpolację sygnału z domyślnej wartości próbkowania na nową oraz pozwalającej wybrać rodzaj interpolacji:

```
def interp_signal(_data, _freq, _new_freq, _interp_type="linear"):
    time = _data.shape[0]/_freq
    x = np.arange(0, time, 1/_freq)
    xl = np.arange(0, time, 1/_new_freq)

    func = interp1d(x, _data, _interp_type, fill_value="extrapolate")
    return func(xl).astype(_data.dtype)
```

2. Na podstawie kilku z dołączonych plików zbadać:

Sugerowane rzeczy do przebadania:

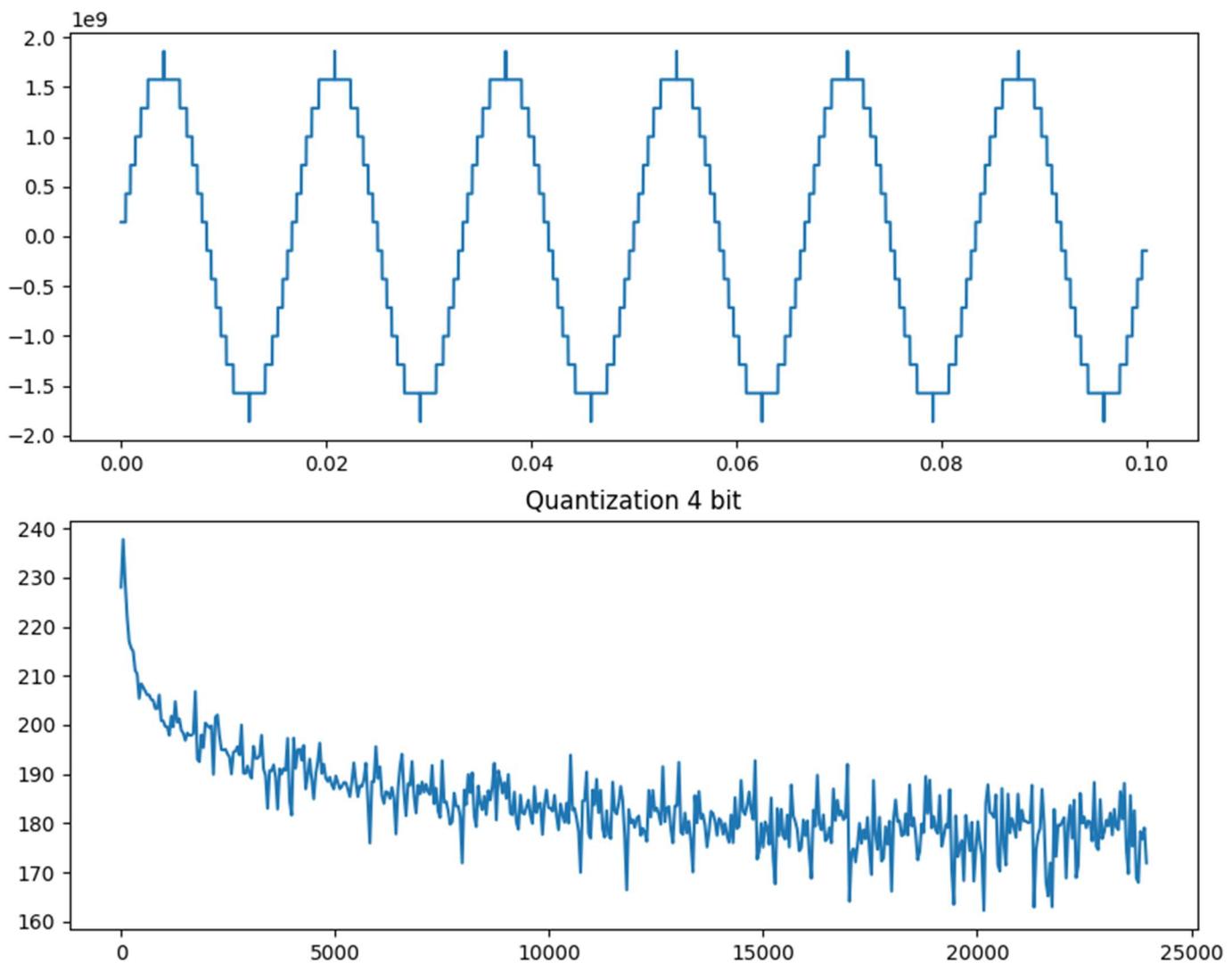
- sygnał zapisany na 4,8,16,24 -bitach

- częstotliwości próbkowania do sprawdzenia: 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz, 24000 Hz, 41000 Hz, (tylko interpolacja) 16950 Hz.

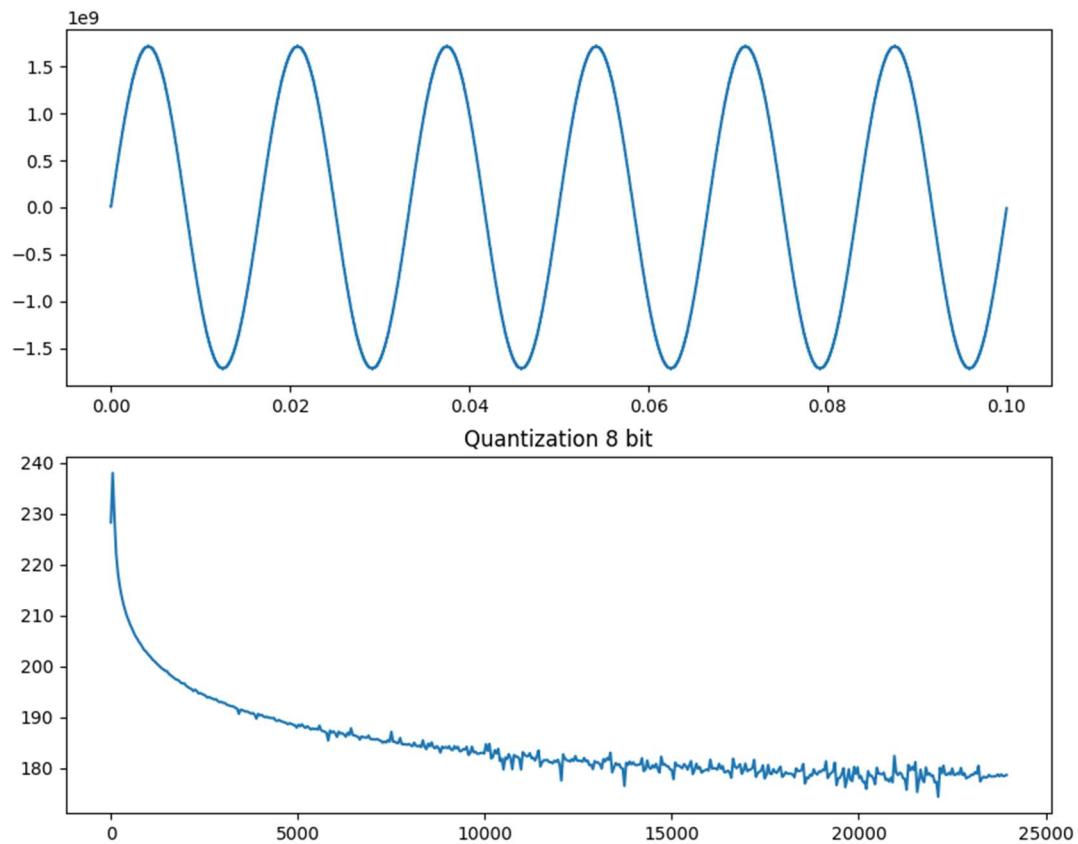
## 2.1

Kwantyzacja:

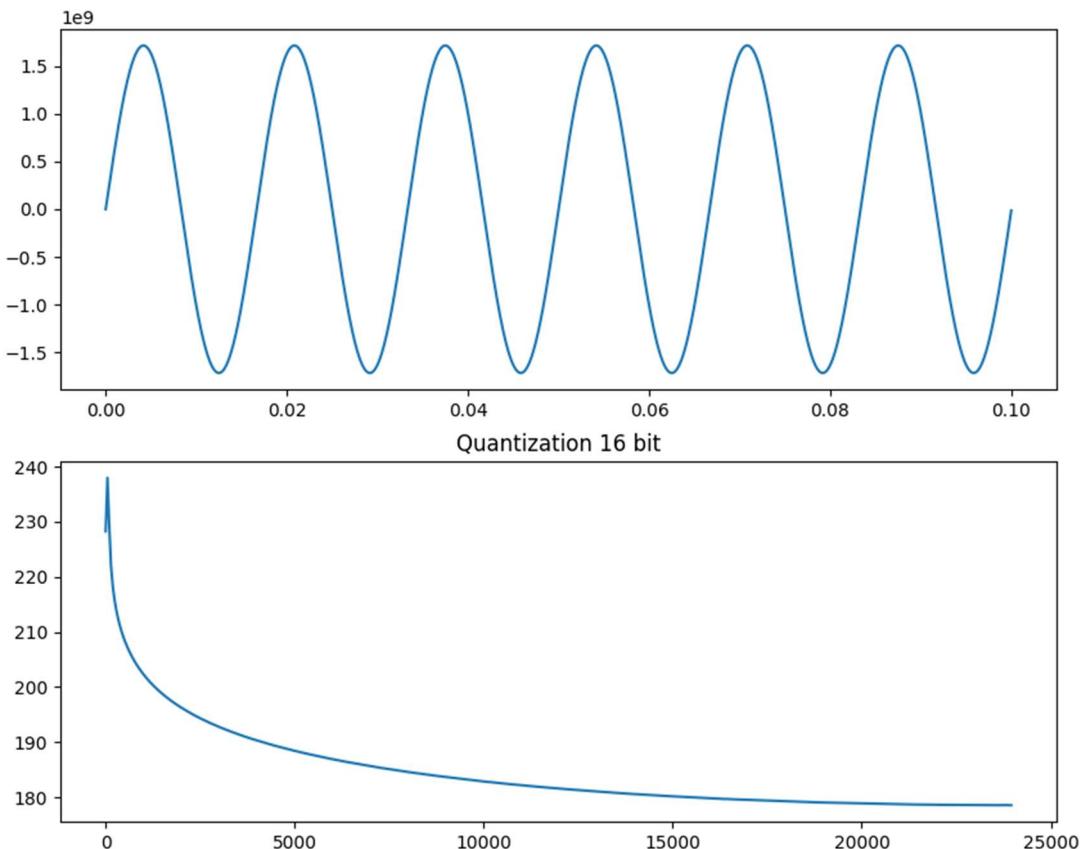
SIN 60Hz - 4bit



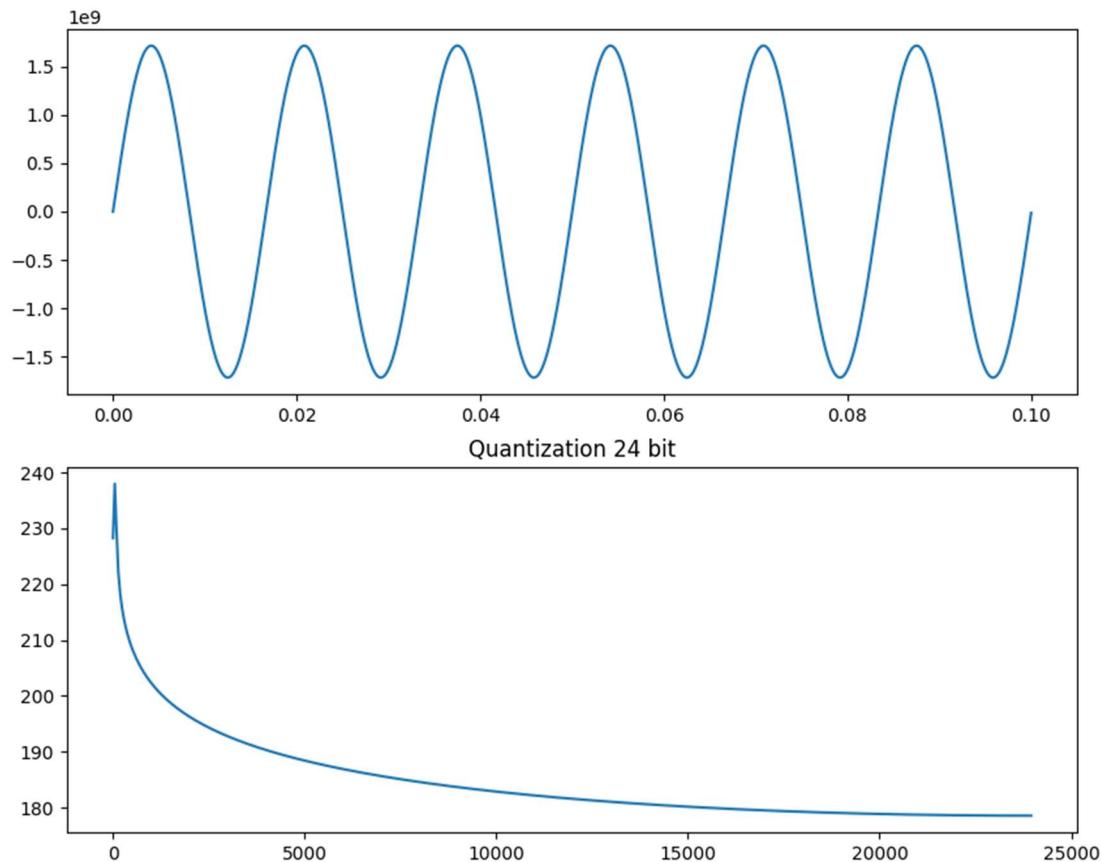
### SIN 60Hz - 8bit



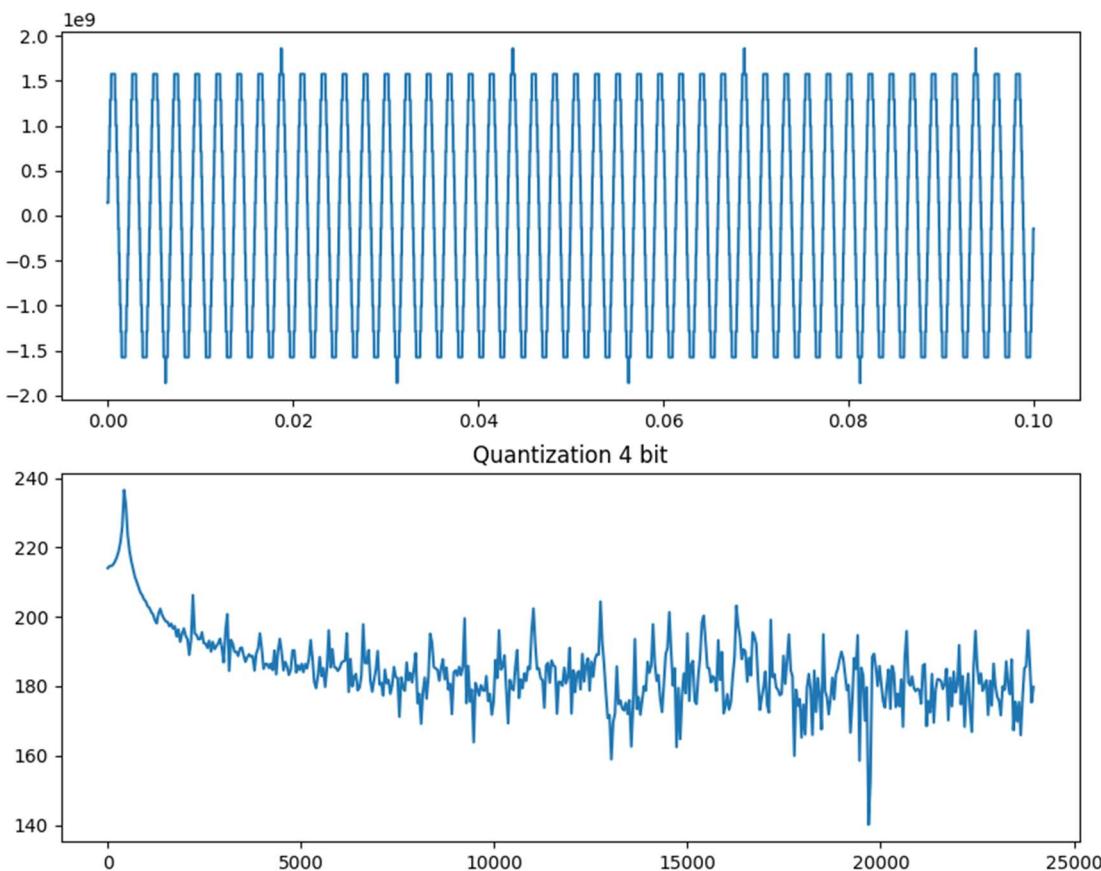
### SIN 60Hz - 16bit



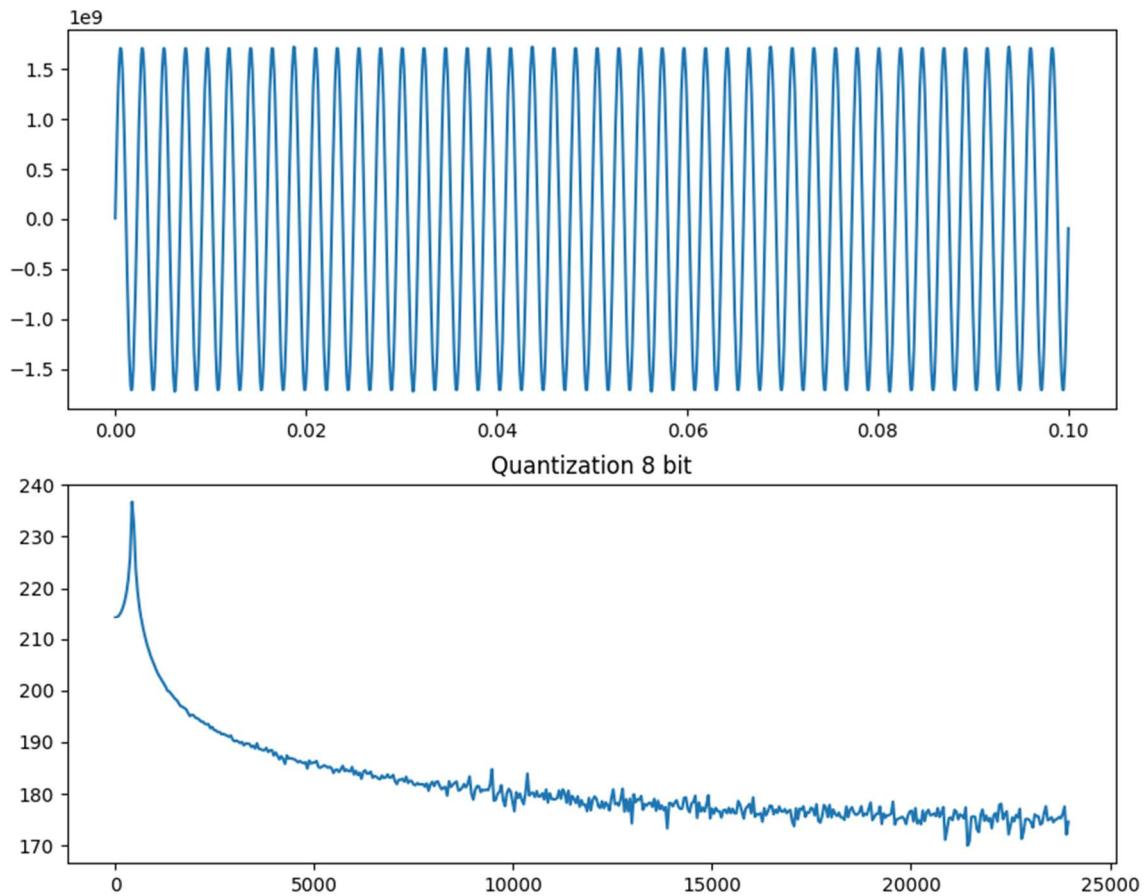
SIN 60Hz - 24bit



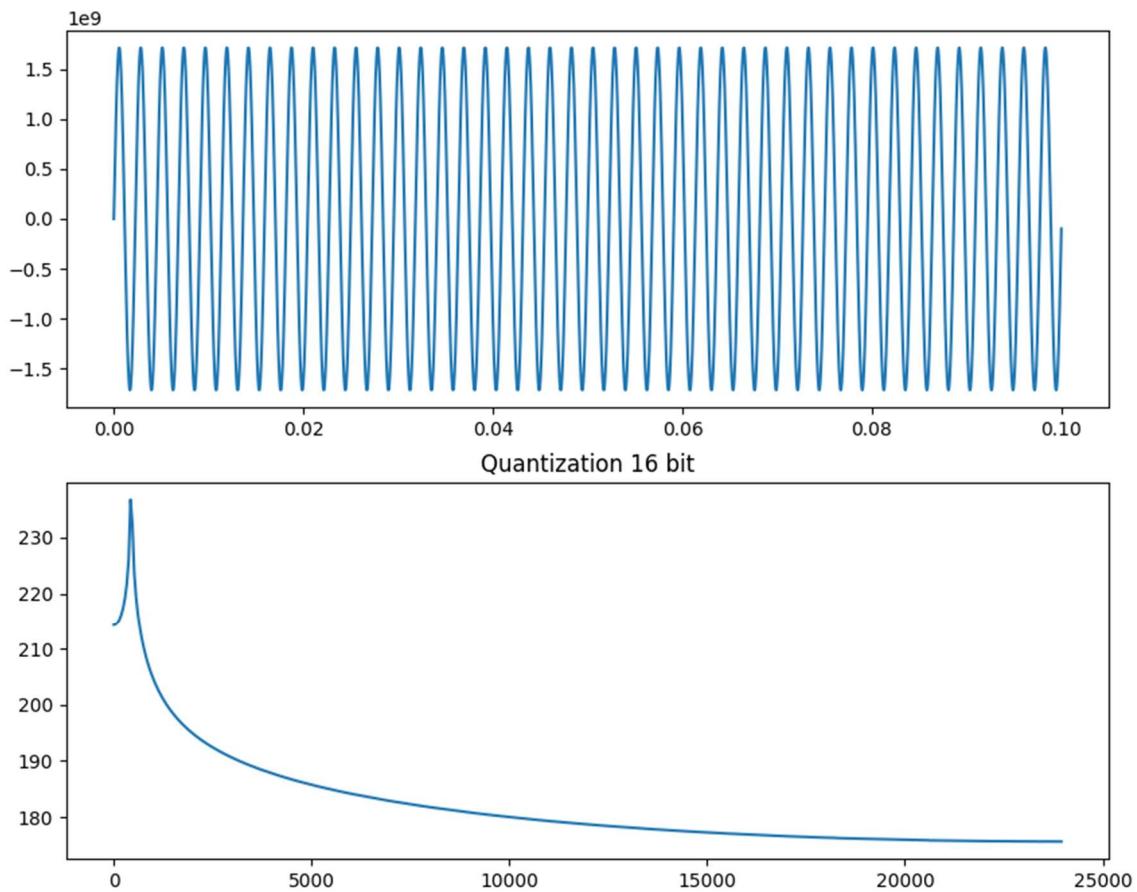
SIN 440Hz - 4bit



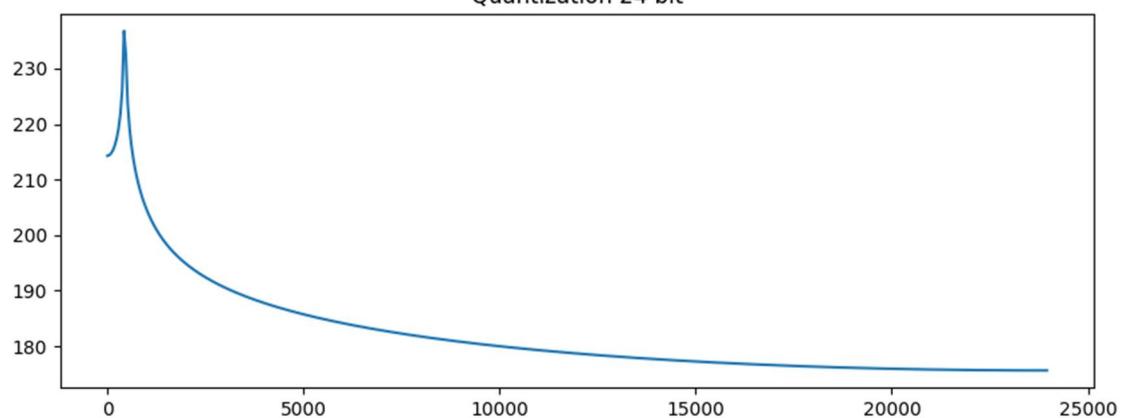
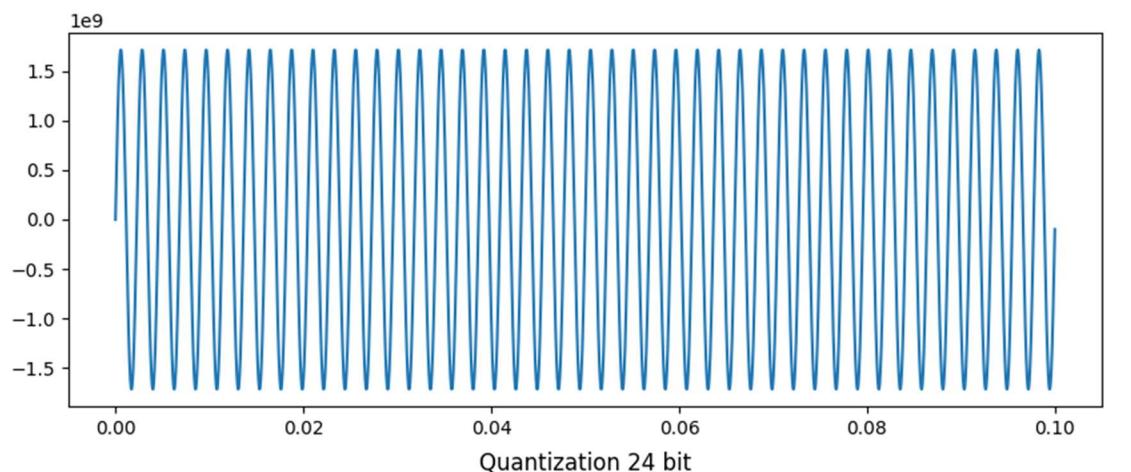
SIN 440Hz - 8bit



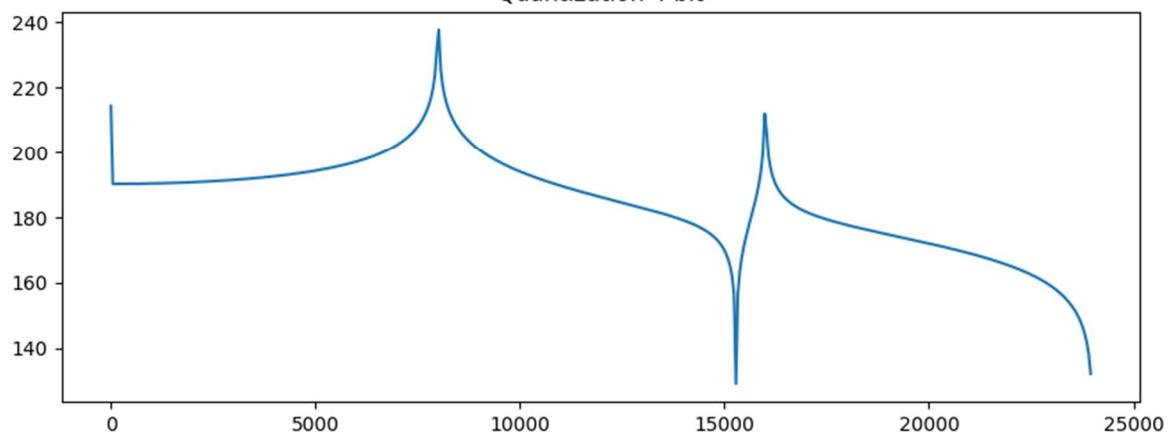
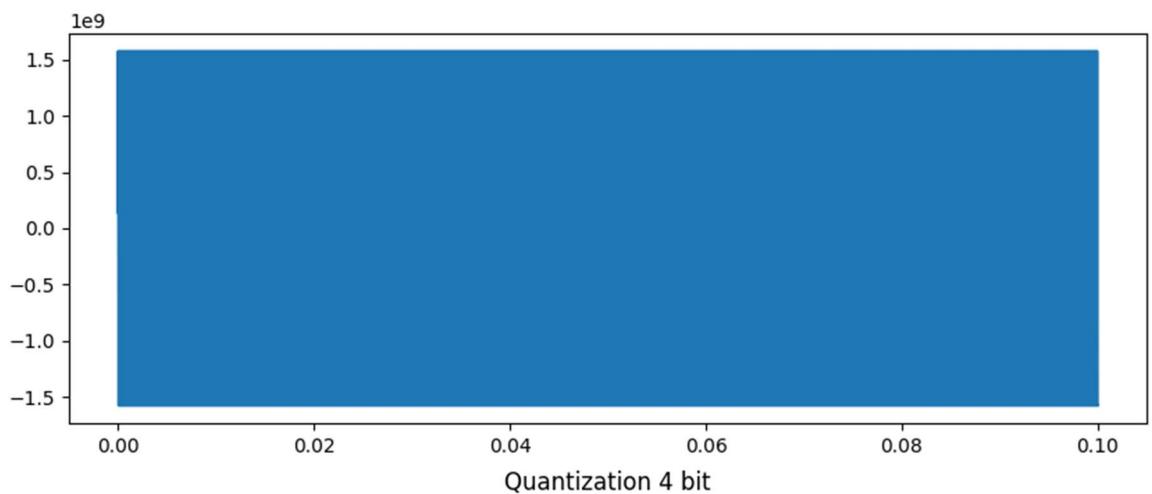
SIN 440Hz - 16bit



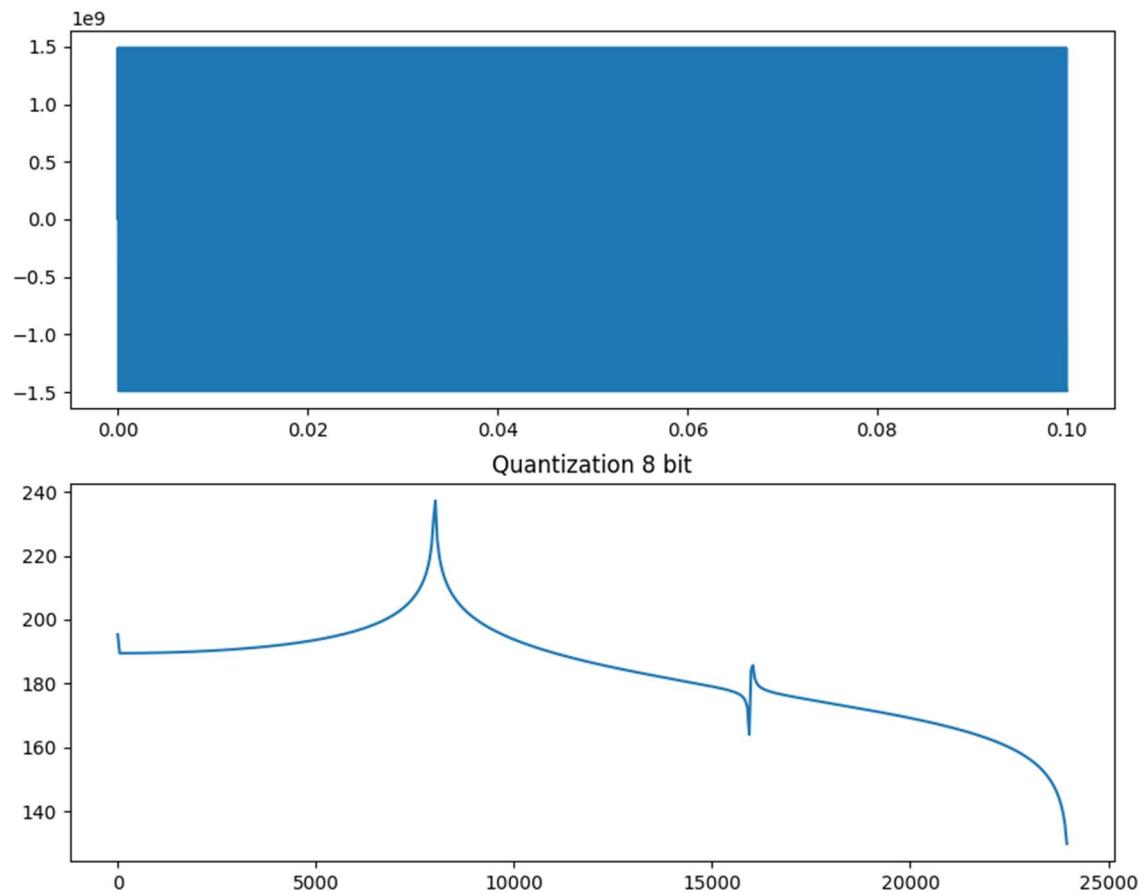
SIN 440Hz - 24bit



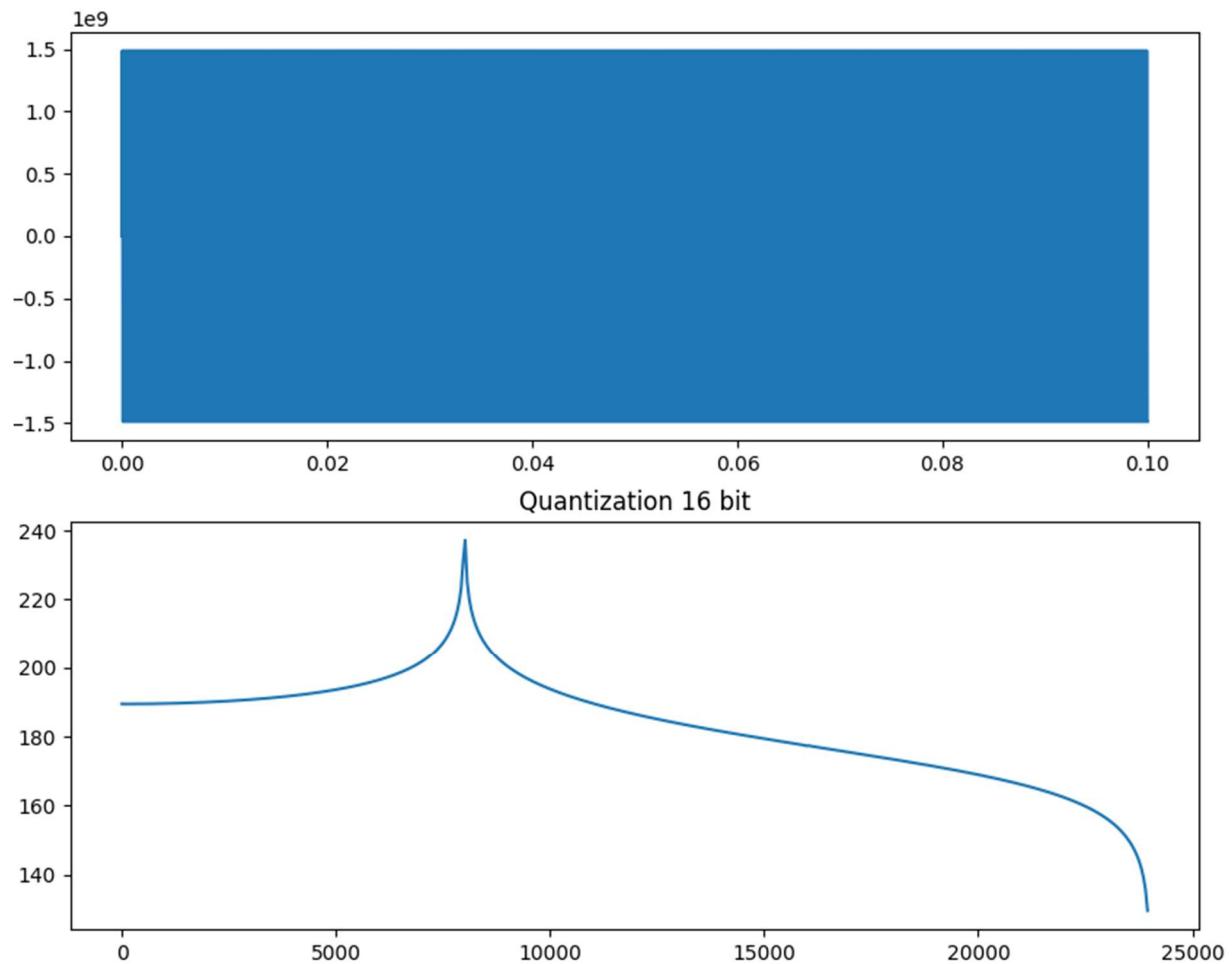
SIN 8000Hz - 4bit



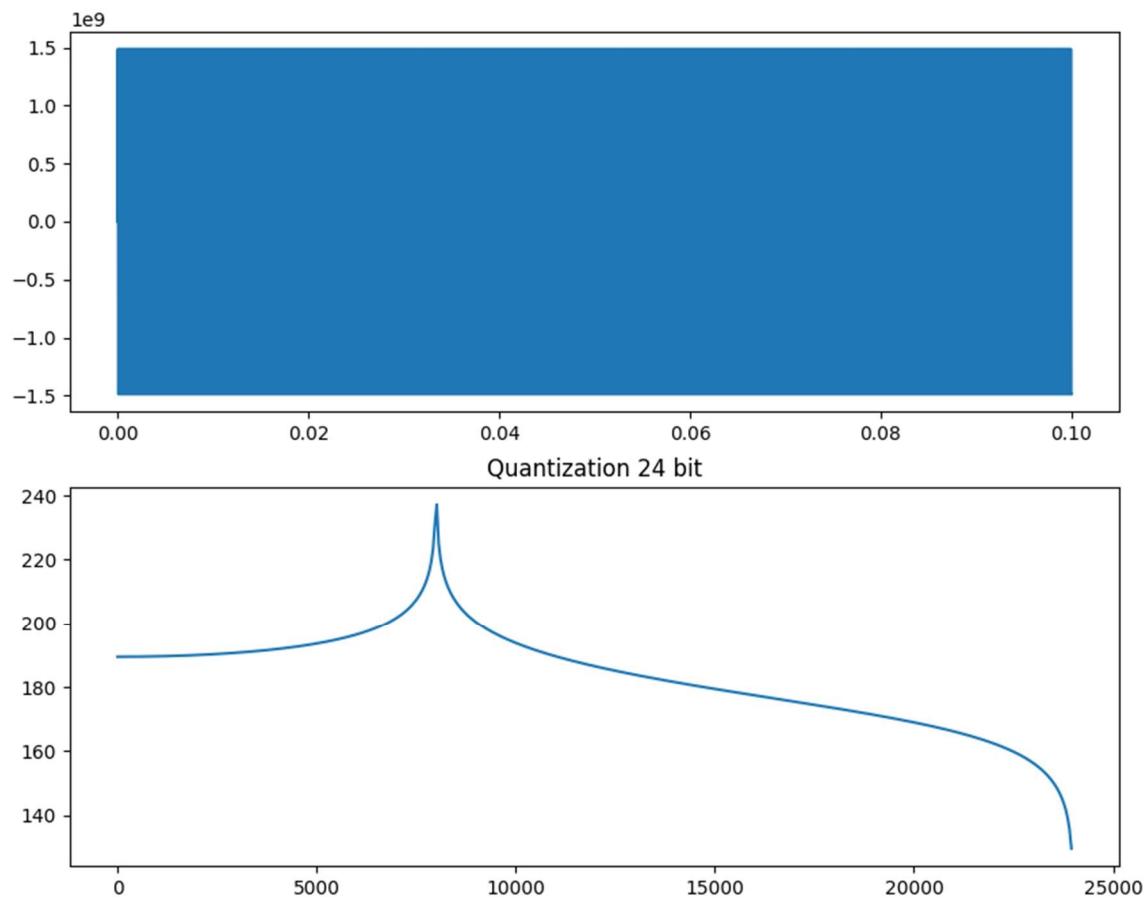
SIN 8000Hz - 8bit



SIN 8000Hz - 16bit



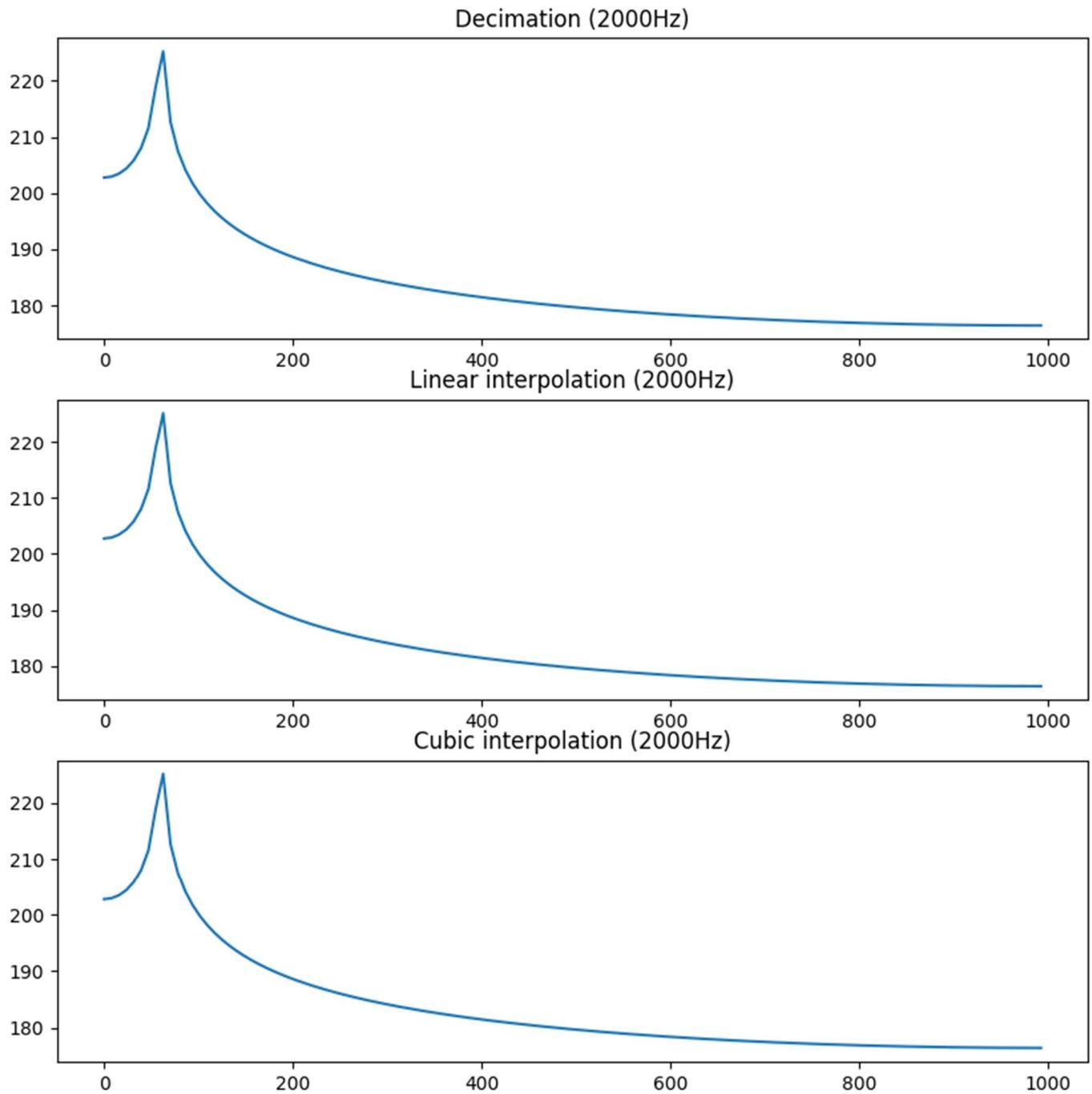
## SIN 8000Hz - 24bit



Kwantyzacja poniżej 16 bitów powoduje poważne zakłócenia na wykresie widma. Dźwięki o wyższej częstotliwości są bardziej podatne na zniekształcenie poprzez zmniejszenie ich „bitowości”.

Decymacja/Interpolacja:

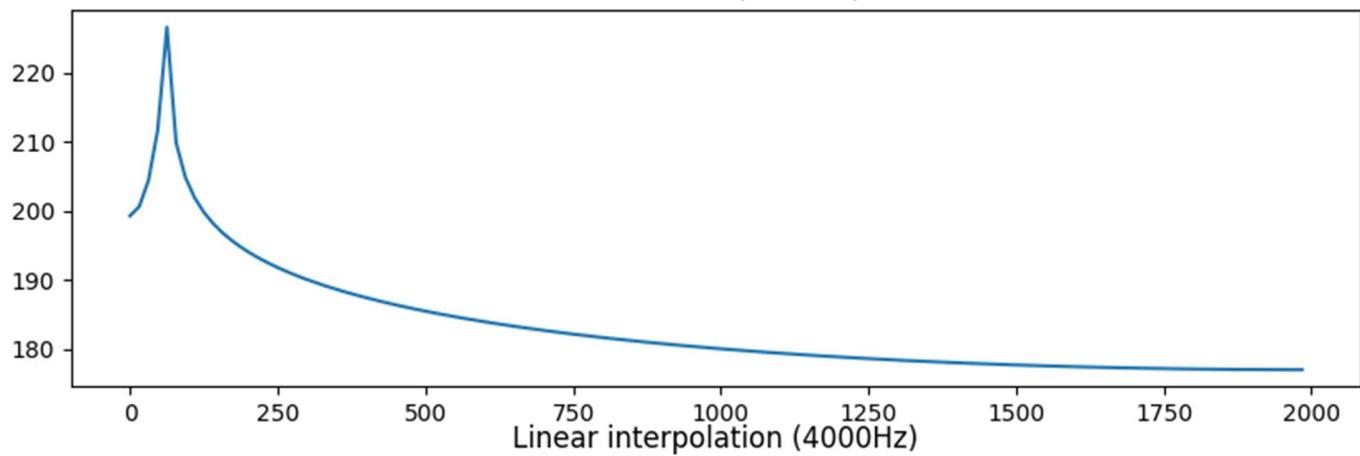
SIN 60Hz - 48000Hz -> 2000Hz



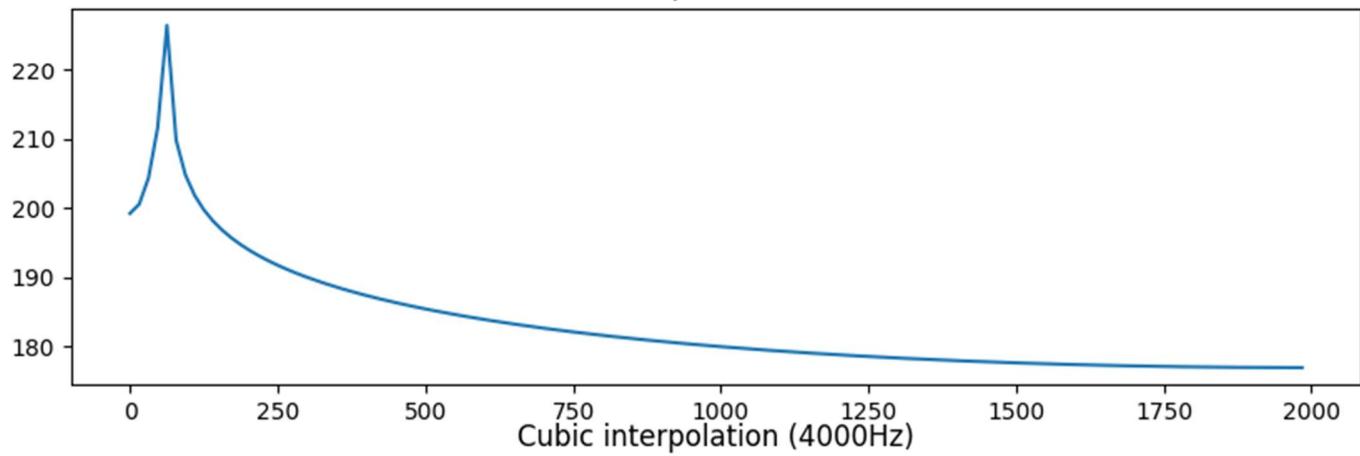
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 60Hz - 48000Hz -> 4000Hz

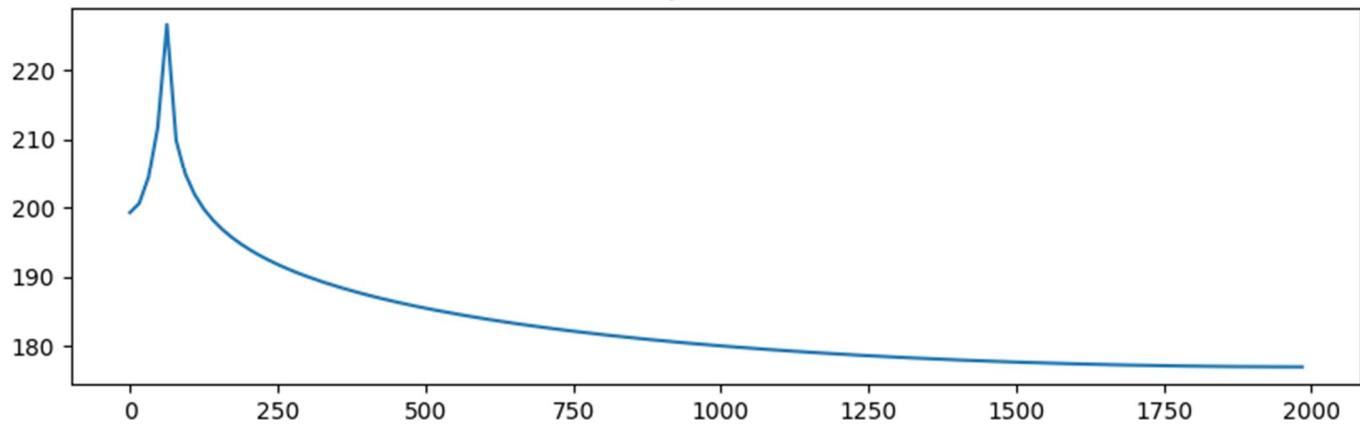
Decimation (4000Hz)



Linear interpolation (4000Hz)



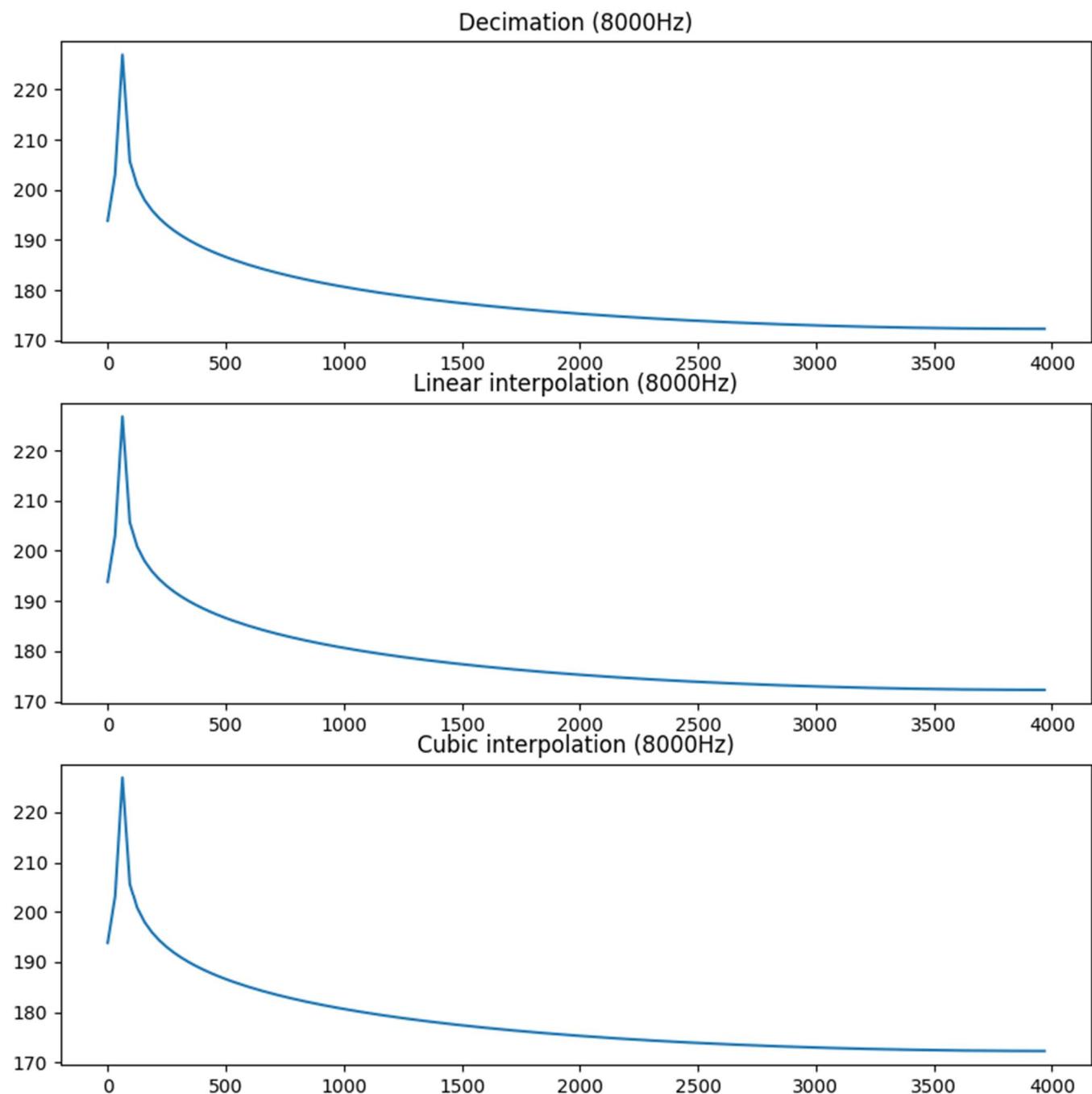
Linear interpolation (4000Hz)



Cubic interpolation (4000Hz)

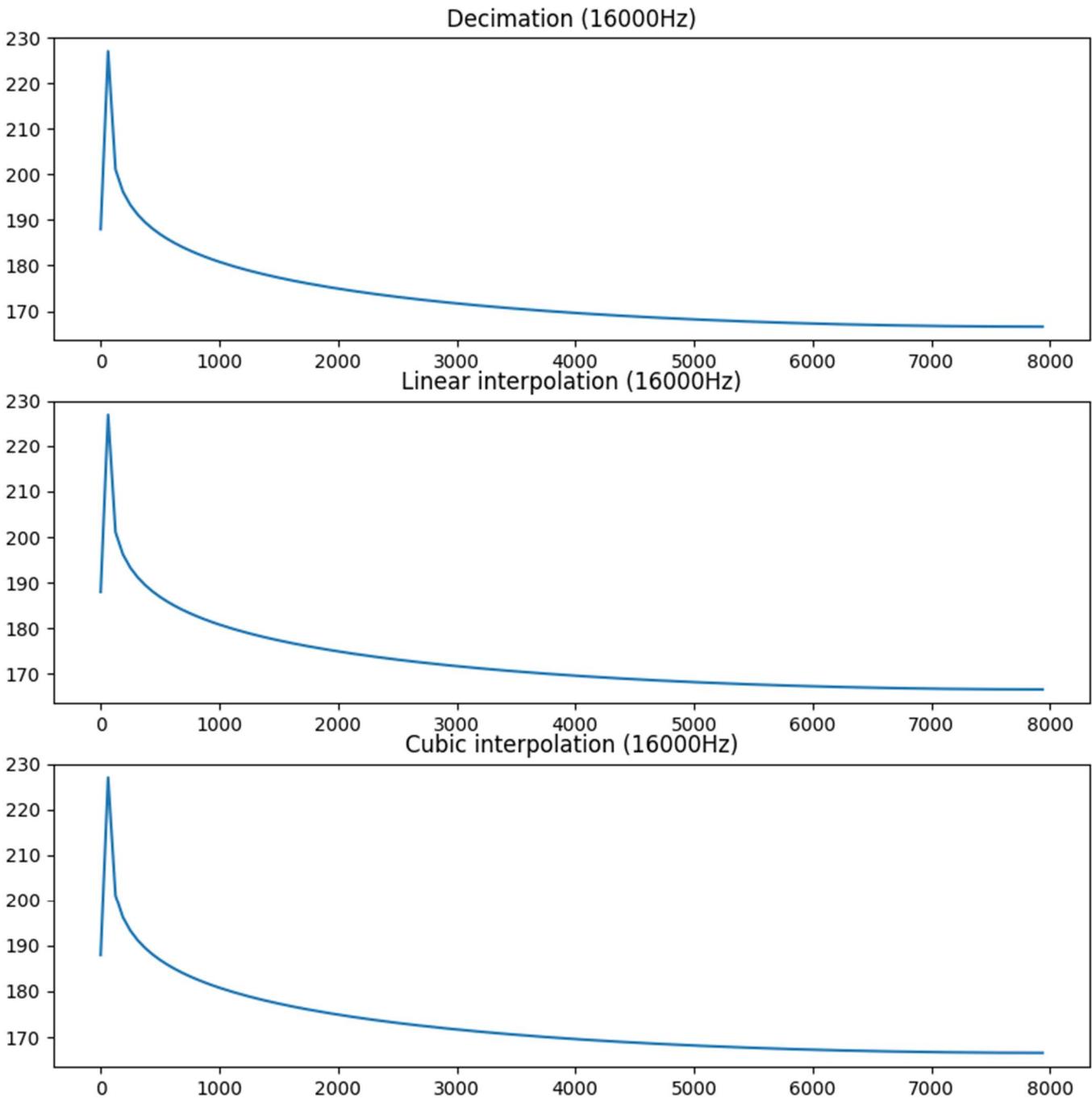
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 60Hz - 48000Hz -> 8000Hz



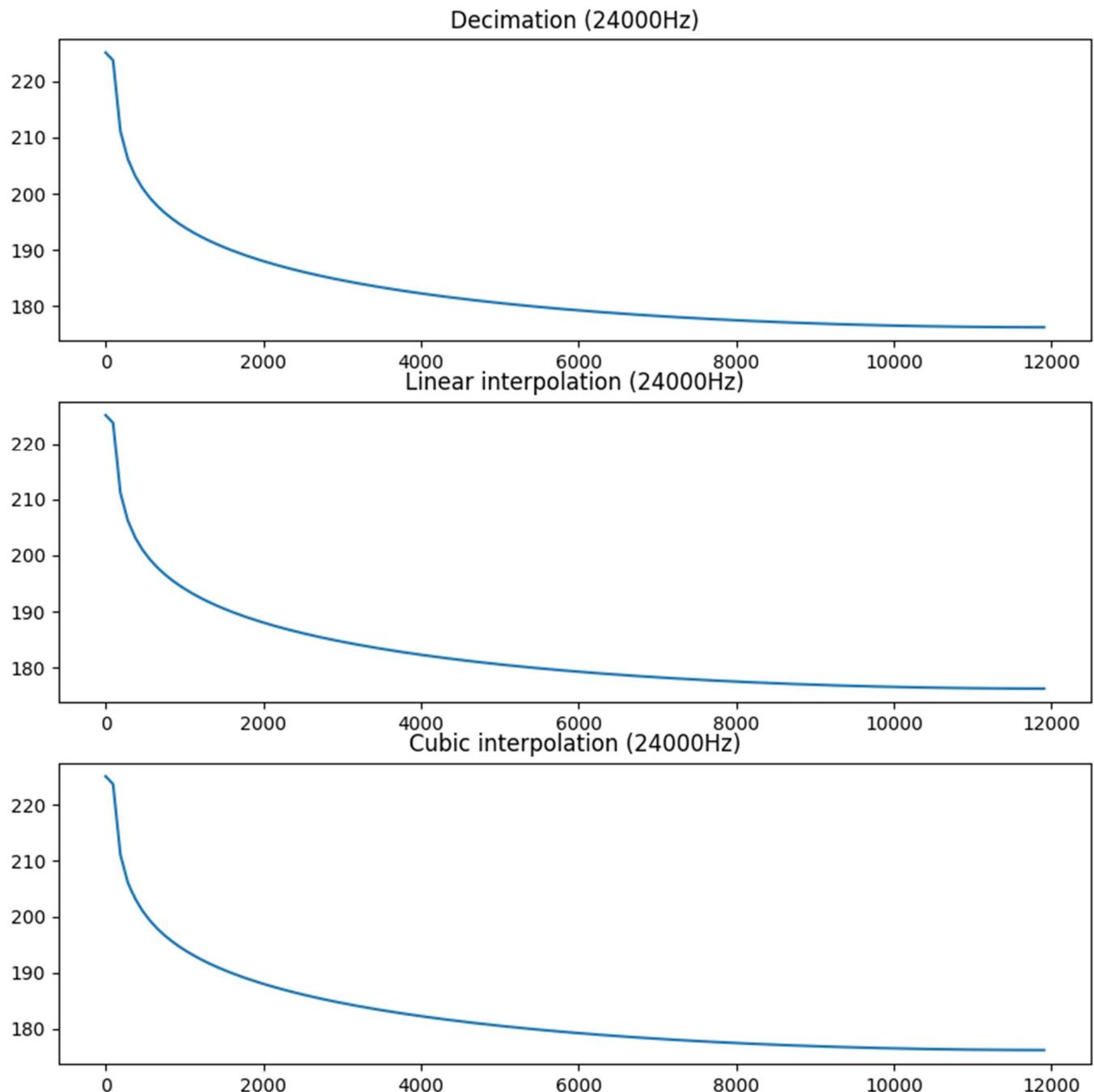
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 60Hz - 48000Hz -> 16000Hz



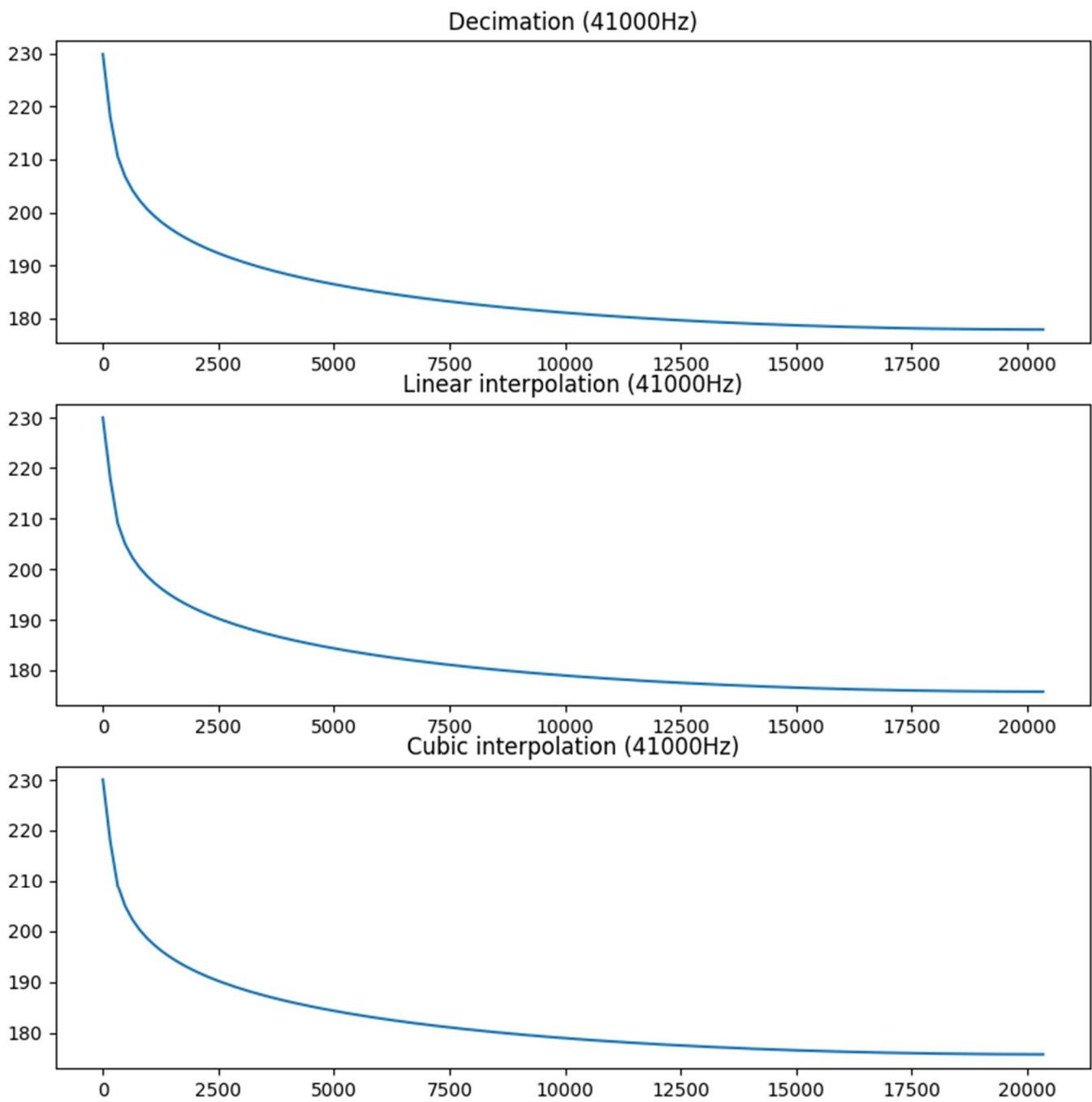
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 60Hz - 48000Hz -> 24000Hz



Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

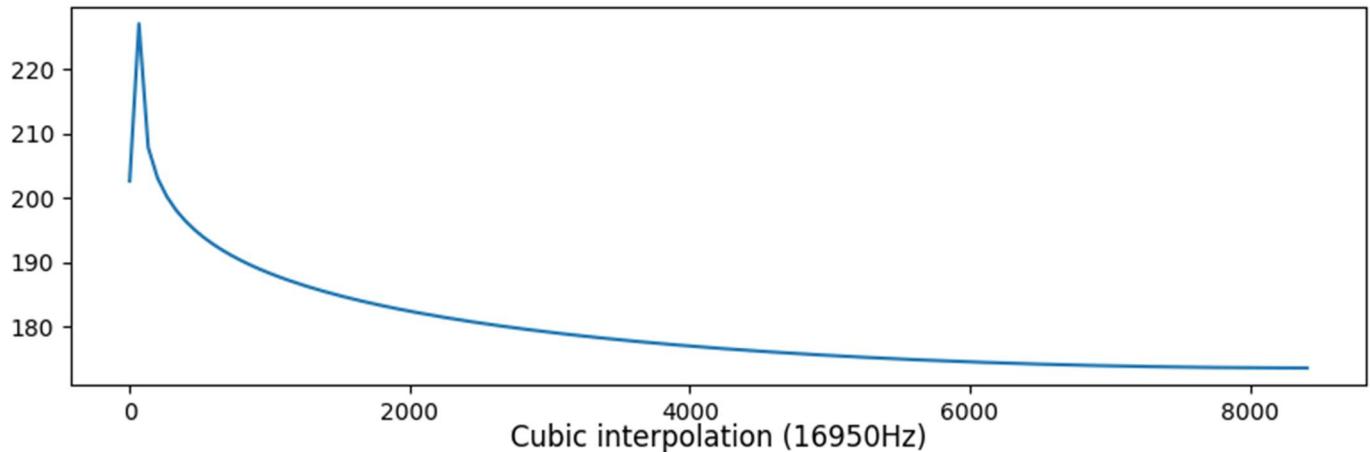
SIN 60Hz - 48000Hz -> 41000Hz



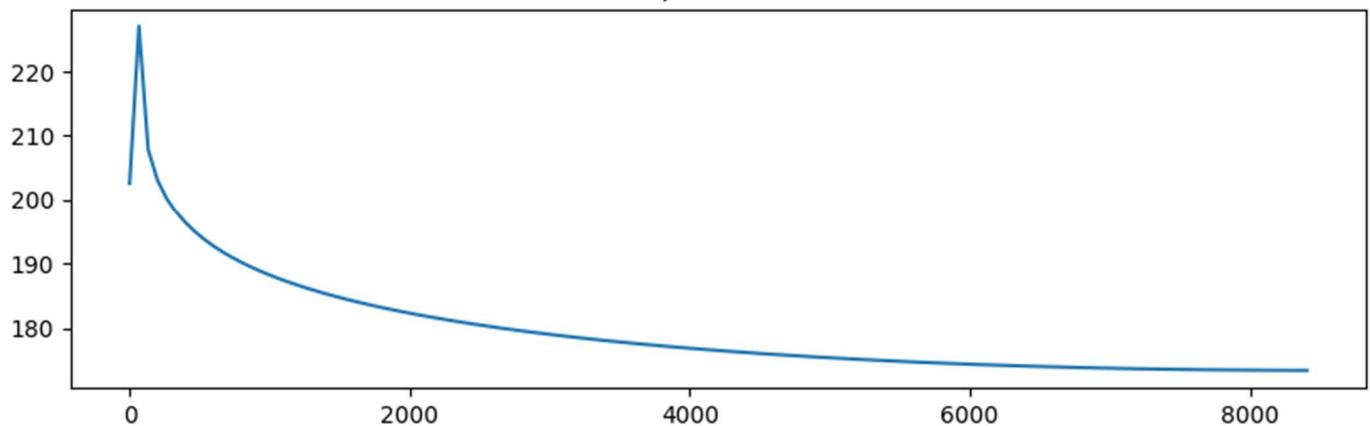
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 60Hz - 48000Hz -> 16950Hz

Linear interpolation (16950Hz)

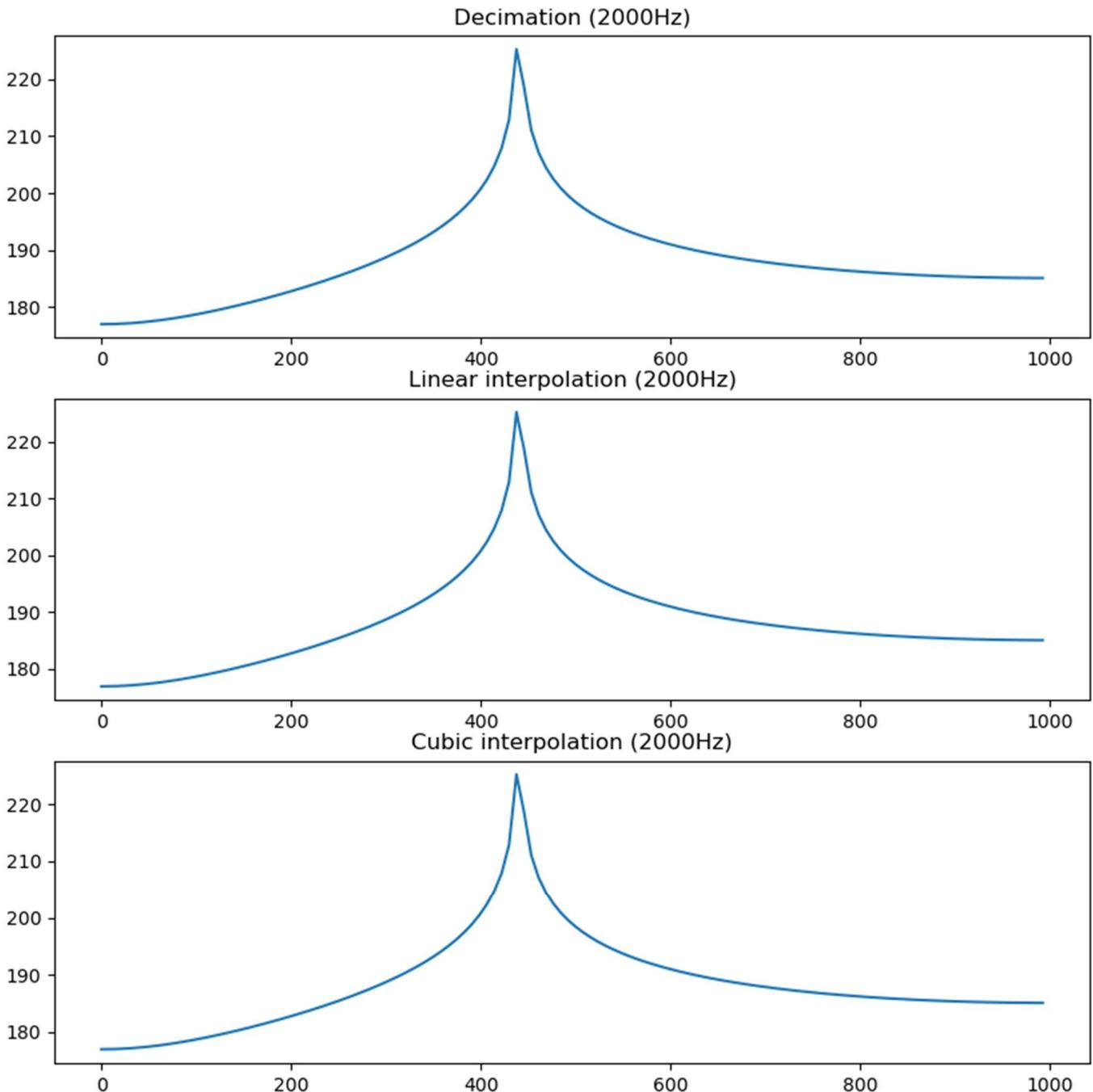


Cubic interpolation (16950Hz)



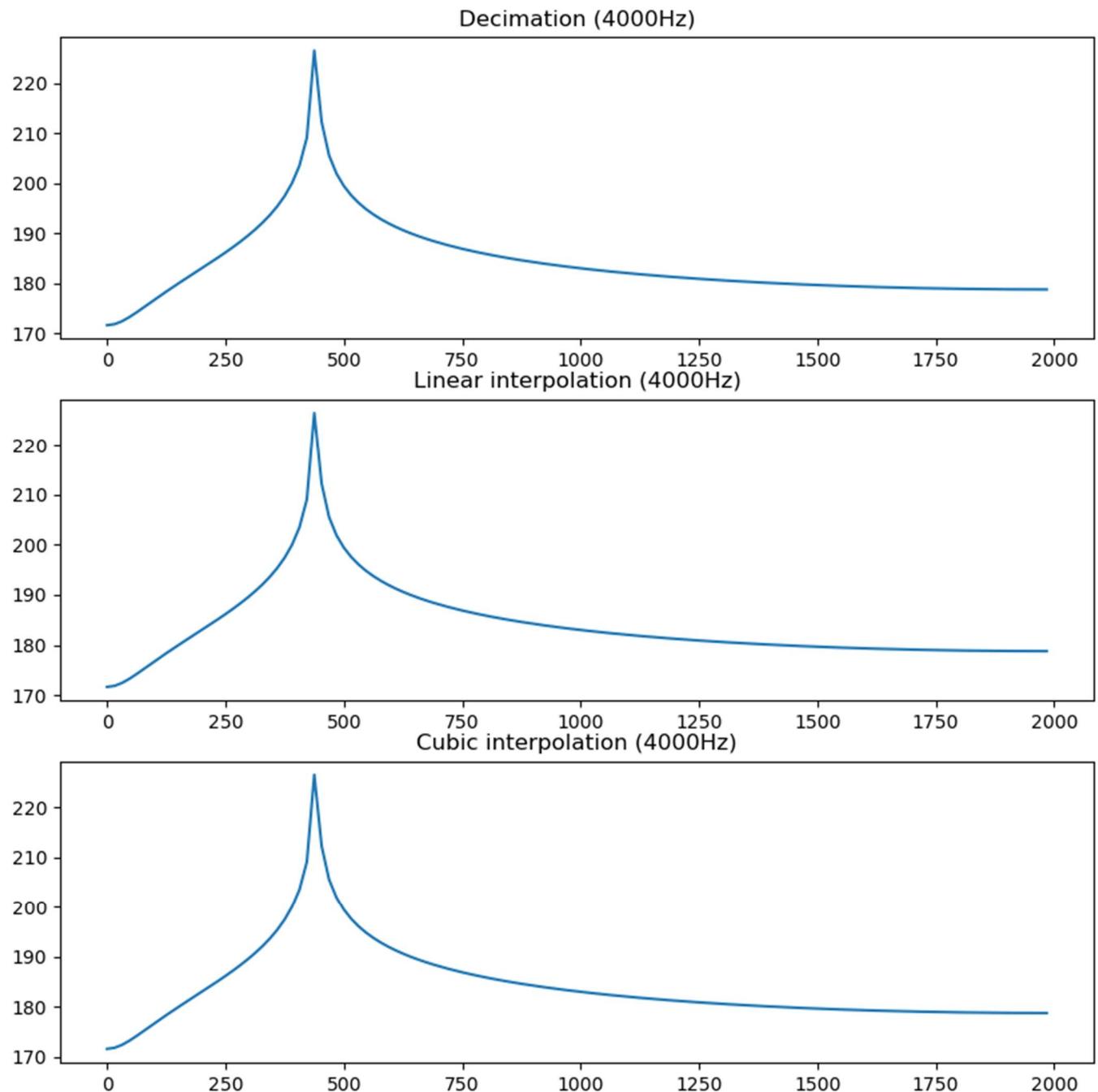
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 440Hz - 48000Hz -> 2000Hz



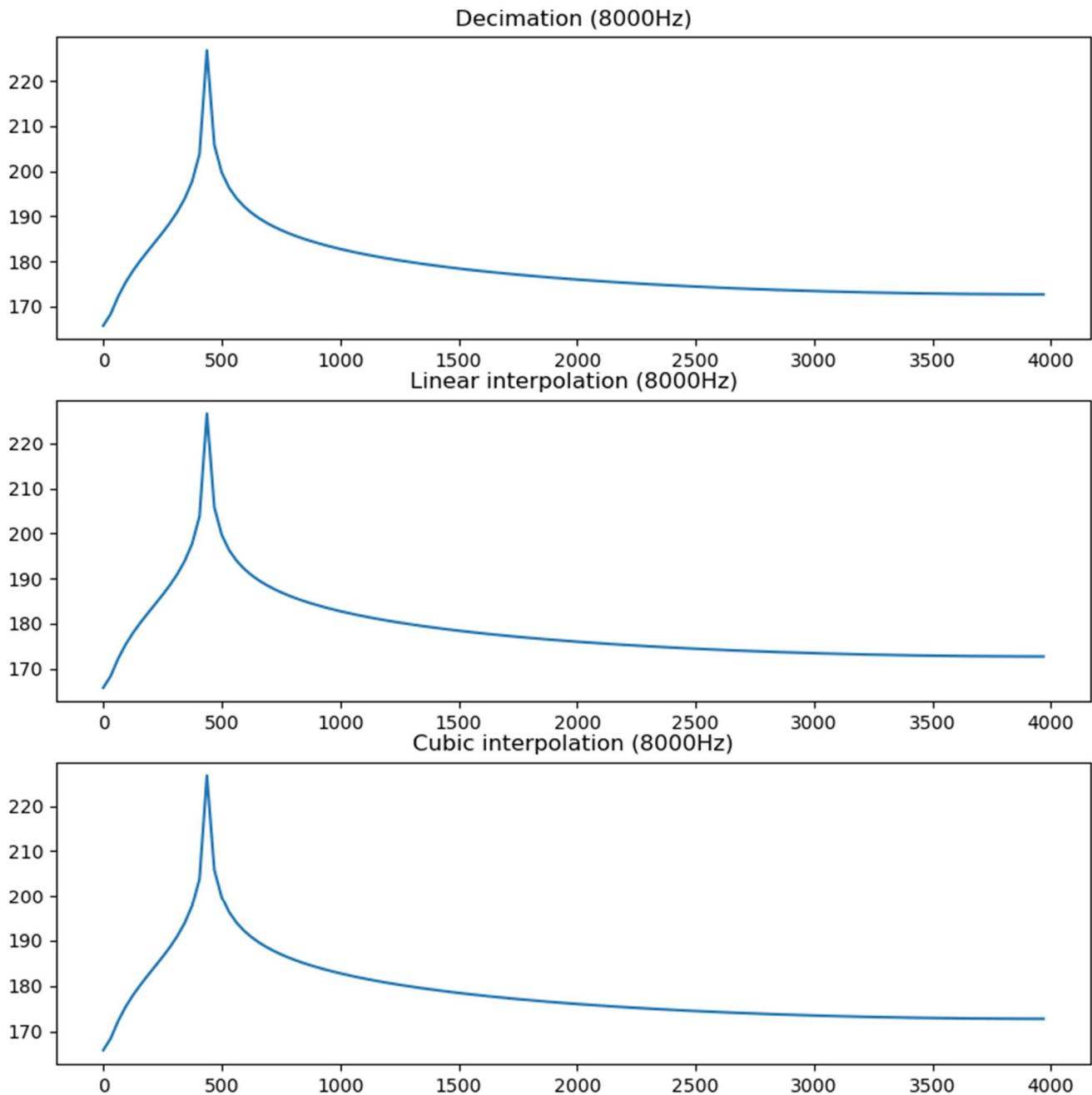
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 440Hz - 48000Hz -> 4000Hz



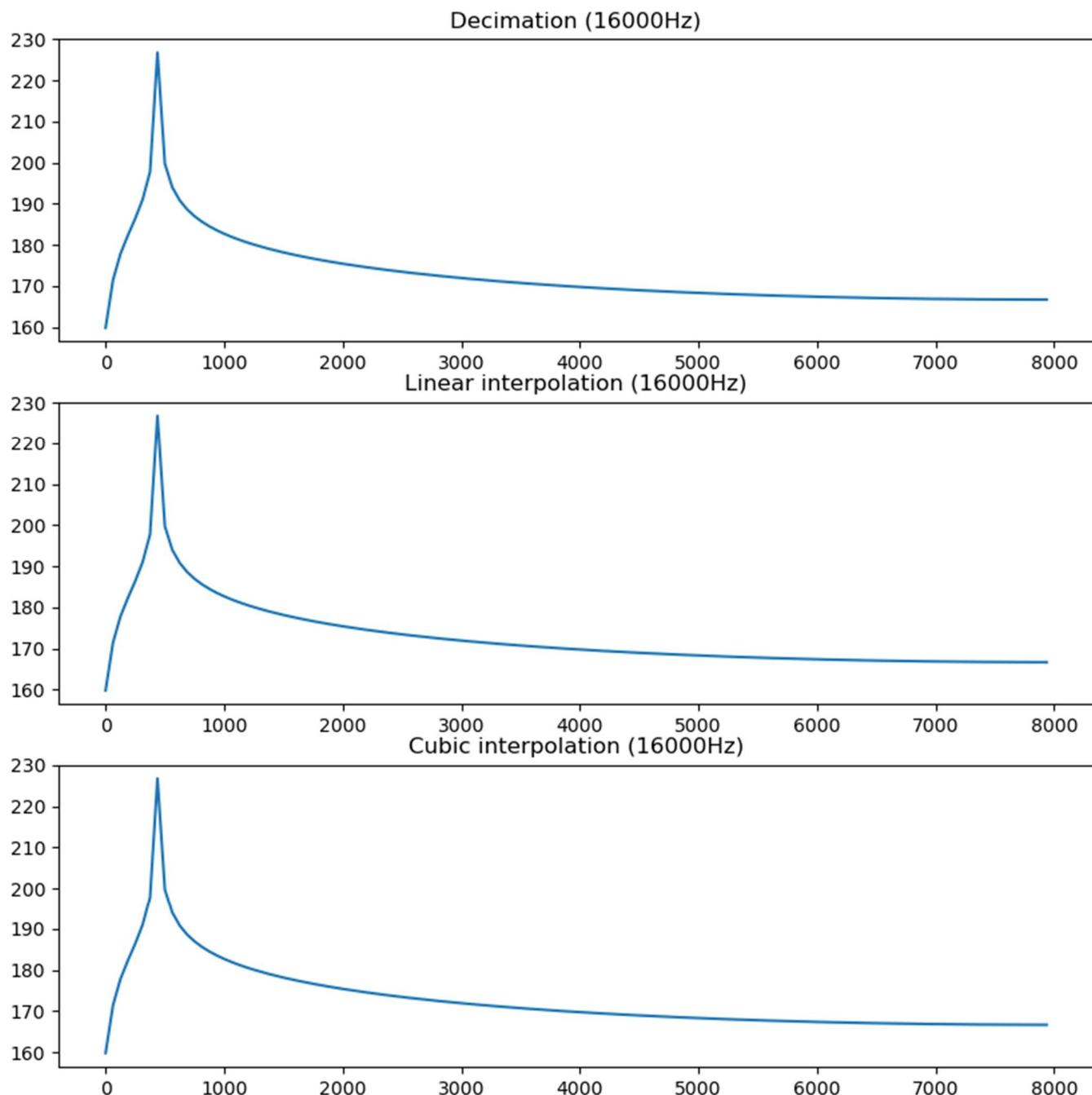
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 440Hz - 48000Hz -> 8000Hz



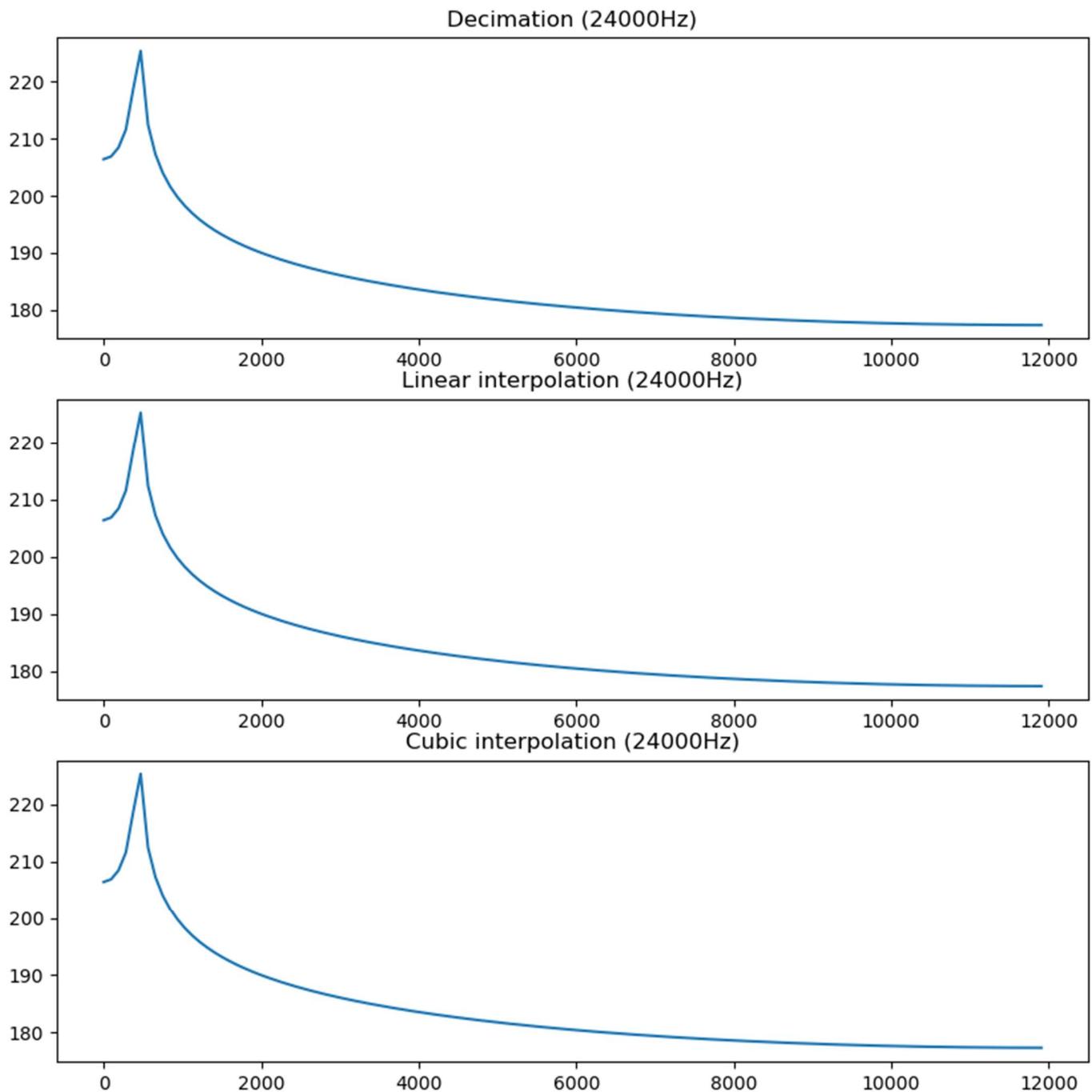
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 440Hz - 48000Hz -> 16000Hz



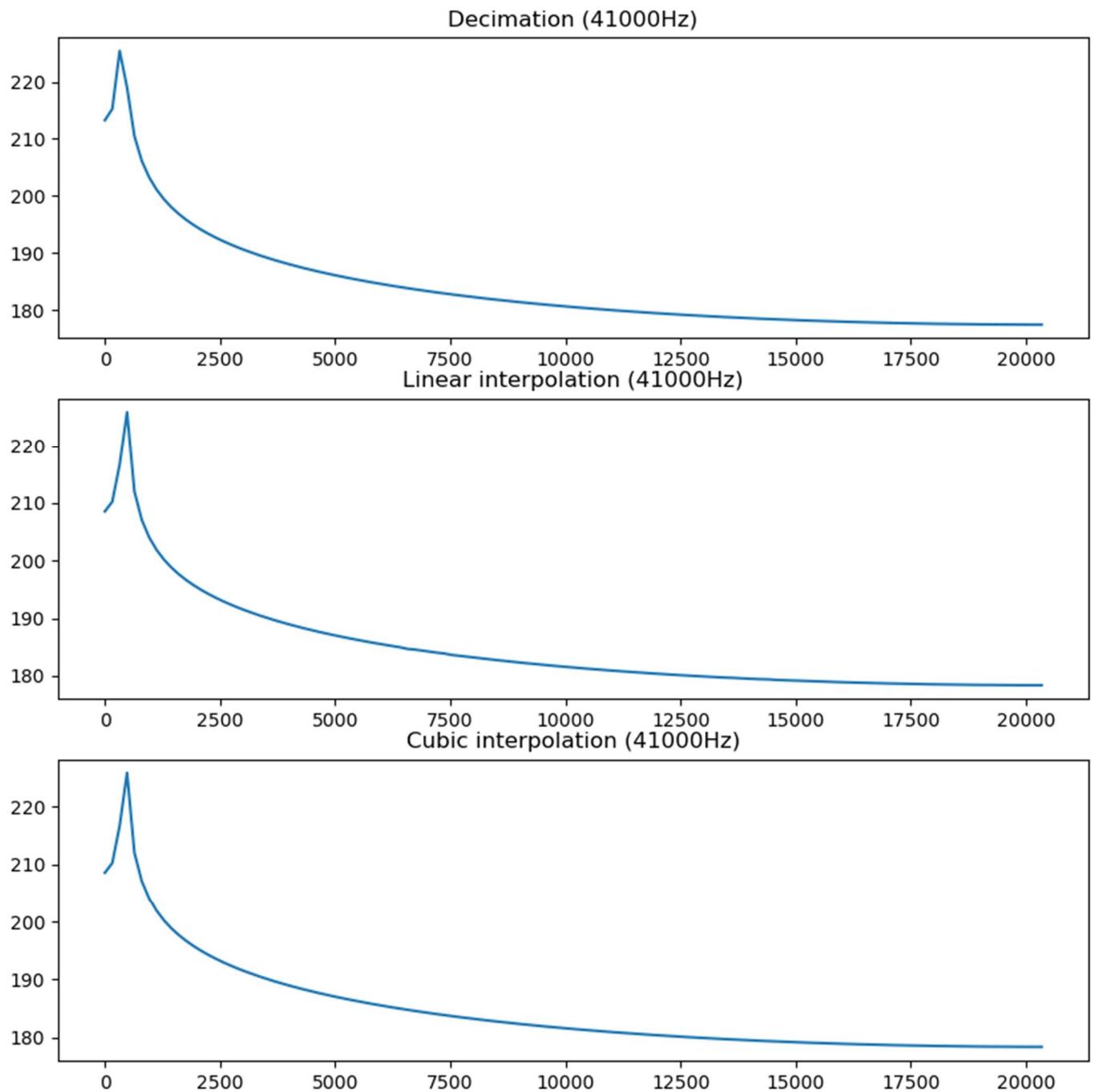
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 440Hz - 48000Hz -> 24000Hz



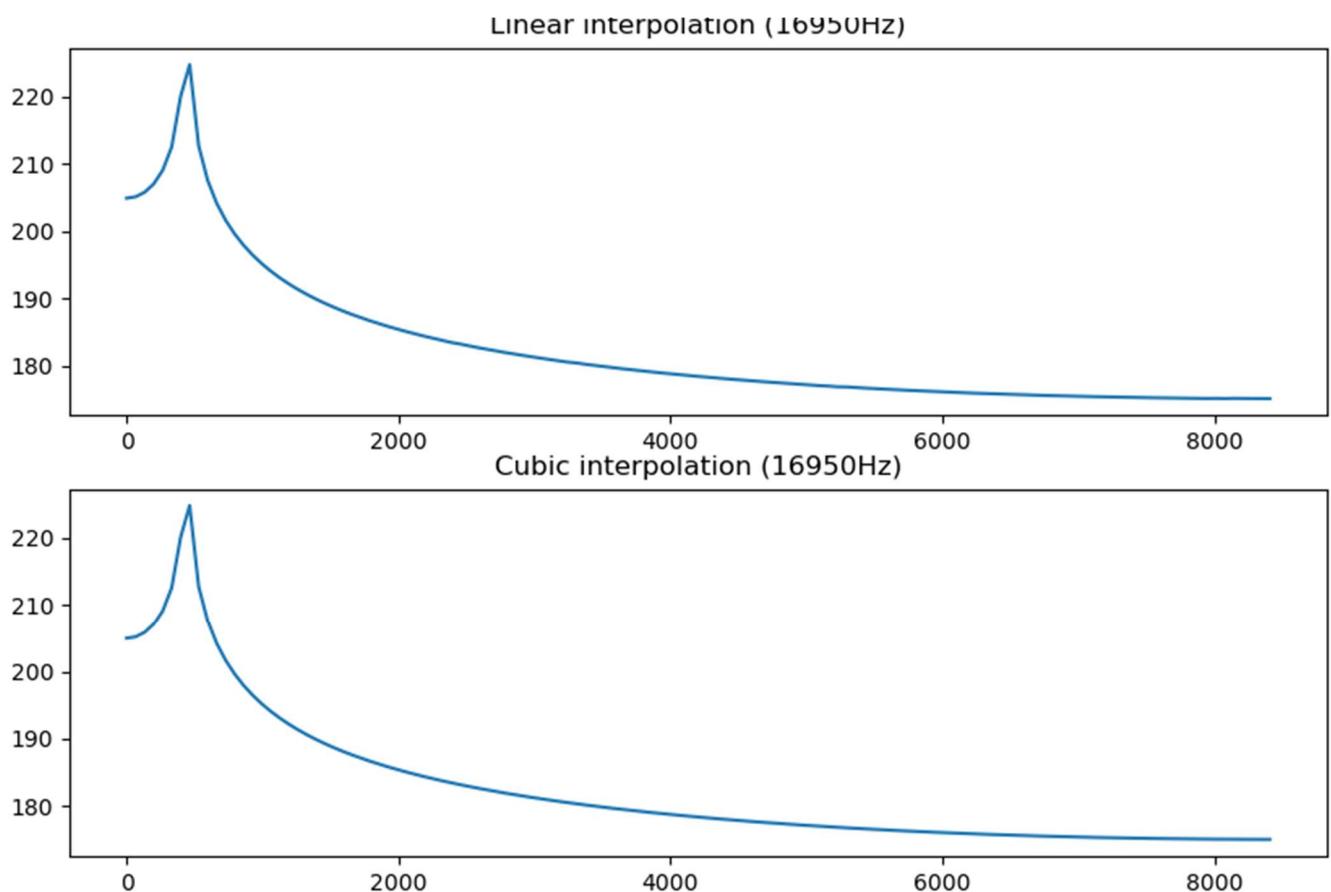
Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 440Hz - 48000Hz -> 41000Hz



Decymacja minimalnie odbiega od dwóch pozostałych metod.

SIN 440Hz - 48000Hz -> 16950Hz



Brak zauważalnej różnicy w widmie pomiędzy metodami zmiany częstotliwości próbkowania

SIN 8000Hz - 48000Hz -> 2000Hz

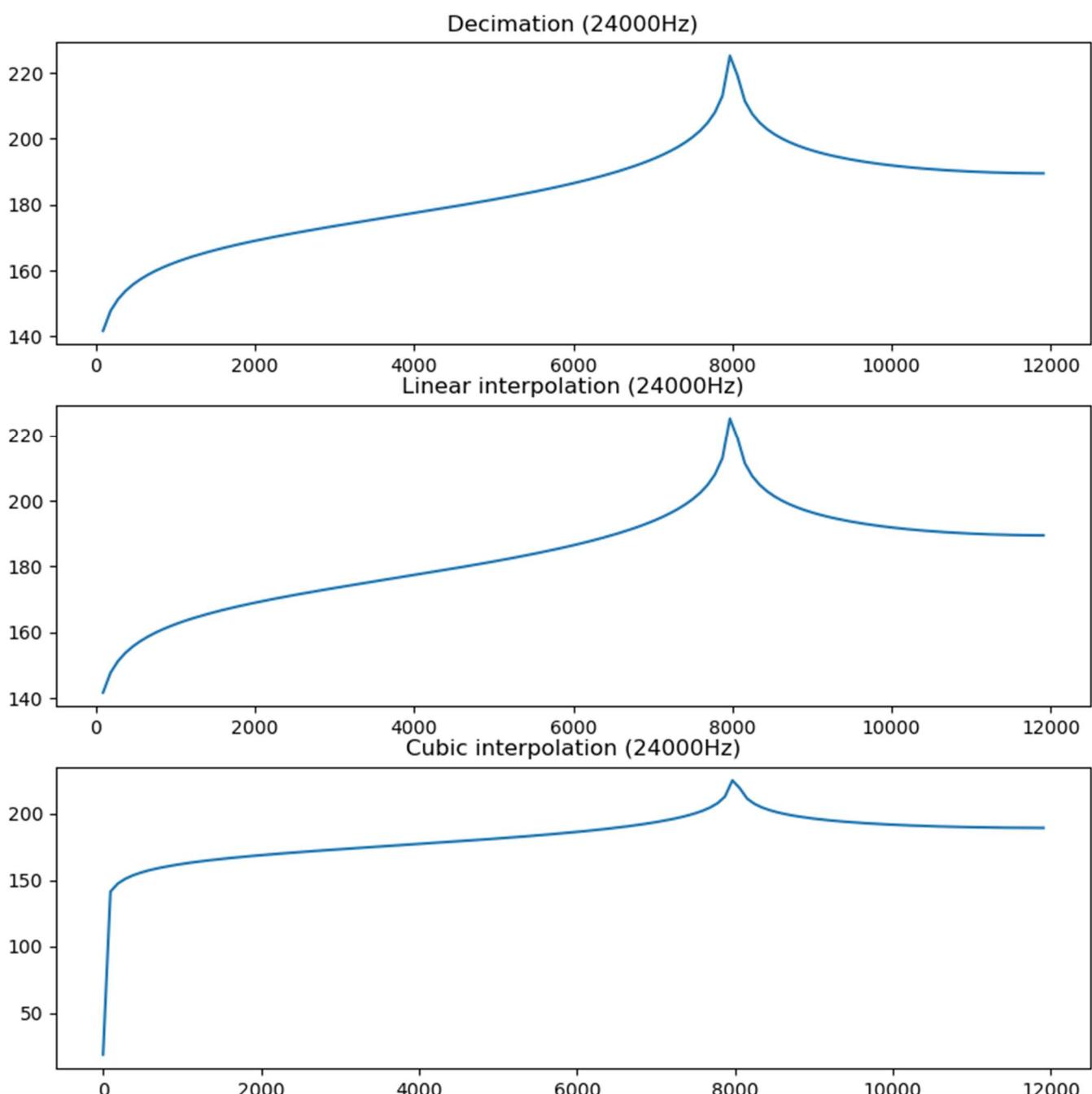
SIN 8000Hz - 48000Hz -> 4000Hz

SIN 8000Hz - 48000Hz -> 8000Hz

SIN 8000Hz - 48000Hz -> 16000Hz

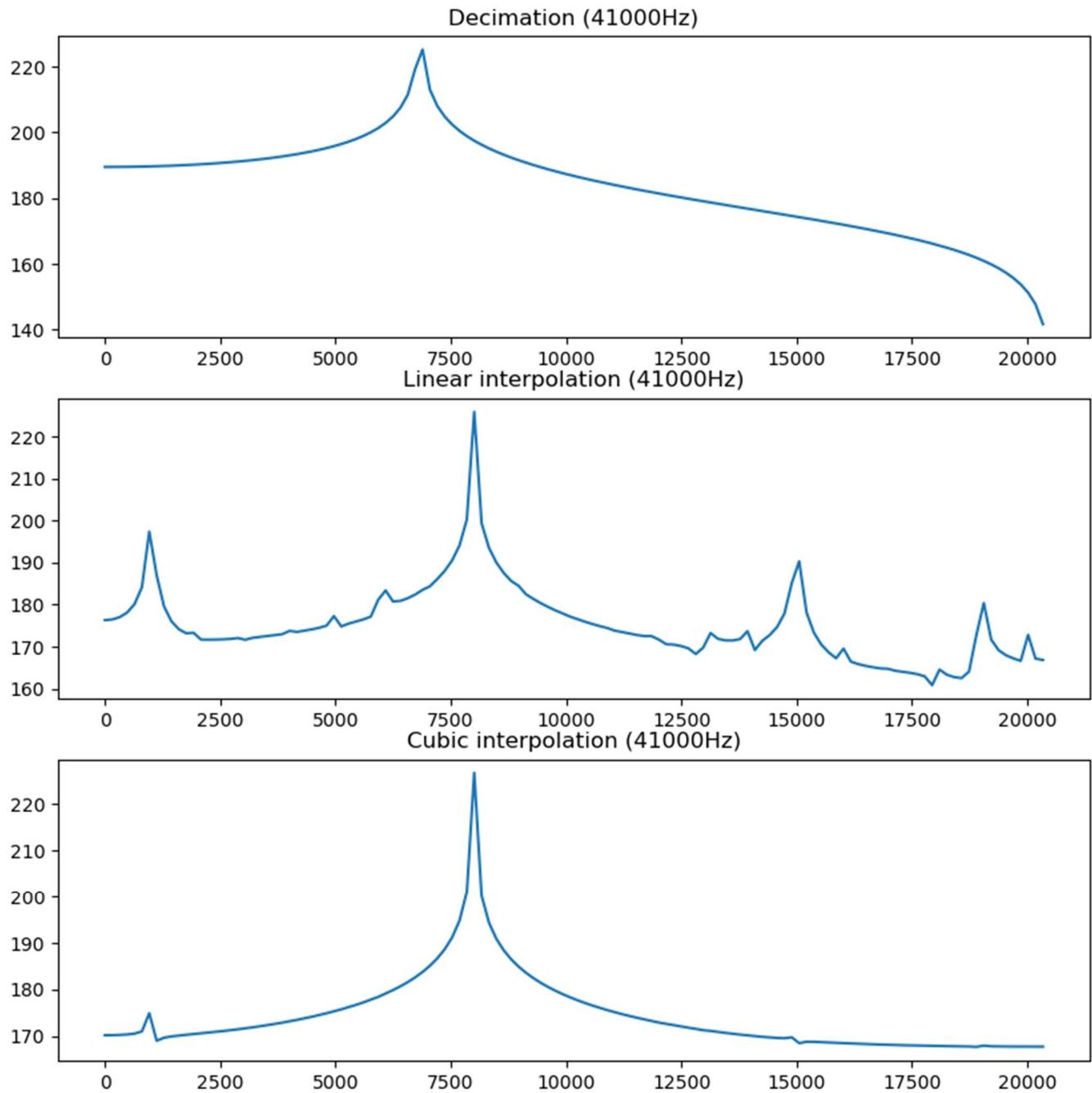
Dla częstotliwości 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz oraz 16000Hz nie można wygenerować widma, dlatego że są mniejsze niż 2x częstotliwość sinusów tj. 8000Hz. Według teorii częstotliwości Nyquista maksymalna częstotliwość sygnału nie może przekraczać połowy częstotliwości próbkowania.

SIN 8000Hz - 48000Hz -> 24000Hz



Widmo interpolacji kwadratowej wyraźnie różni się od dwóch pozostałych

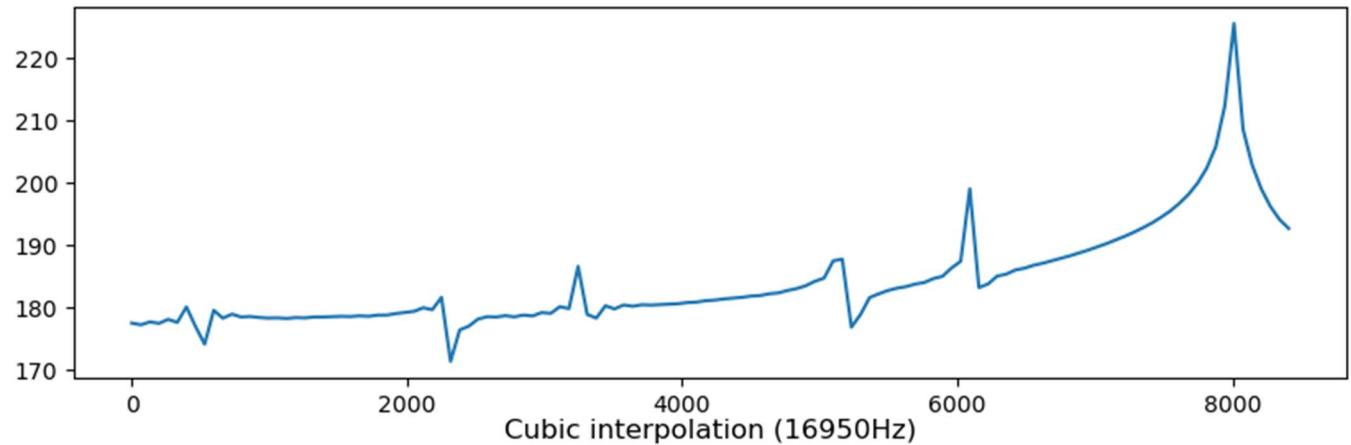
SIN 8000Hz - 48000Hz → 41000Hz



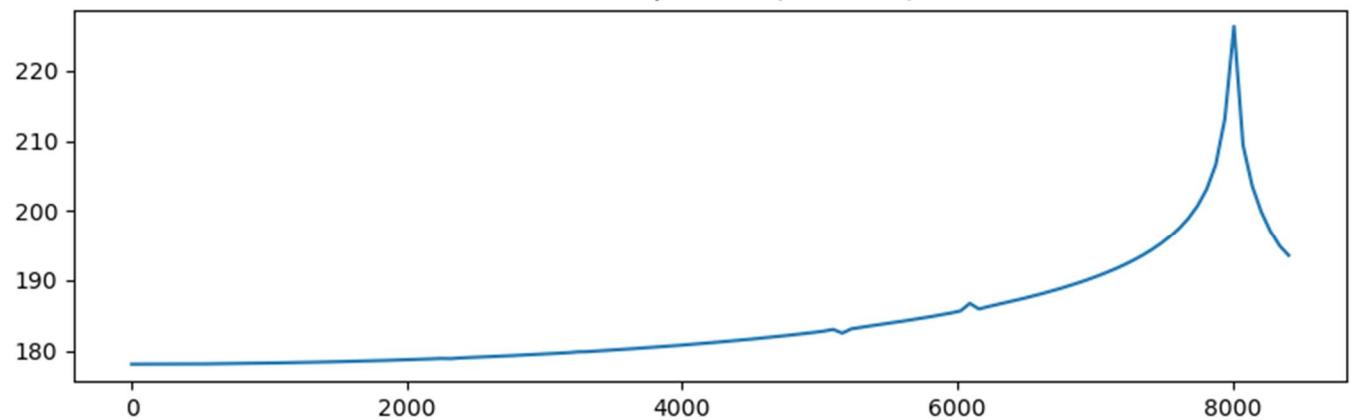
Dla częstotliwości 41000Hz każda metoda resamplingu produkuje zdecydowanie różne widmo.

SIN 8000Hz - 48000Hz -> 16950Hz

Linear interpolation (16950Hz)



Cubic interpolation (16950Hz)



Dla częstotliwości 16950Hz obydwie metody resamplingu produkują zdecydowanie różne widmo.

Na podstawie kilku z dołączonych plików zbadać:

Wpływ kwantyzacji i różnych metod zmiany częstotliwości próbkowania na odbiór plików - co słyszać czego nie słyszać itd. (0.3 pkt)

## SIN 60Hz

1. Kwantyzacja:

- 4bit – dźwięk kompletnie zniekształcony
- 8bit – delikatny szum na tle oryginału
- 16bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 24bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału

2. Decymacja:

- 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz, 16000Hz, 24000Hz – brzmią identycznie jak oryginał
- 41000Hz – jest wyraźnie niższej tonacji
- 16950Hz – jest jeszcze niższej tonacji

3. Interpolacja liniowa:

- dla wszystkich częstotliwości sygnał brzmi tak samo jak oryginał

4. Interpolacja kwadratowa:

- dla wszystkich częstotliwości sygnał brzmi tak samo jak oryginał

## SIN 440Hz

1. Kwantyzacja:

- 4bit – dźwięk kompletnie zniekształcony
- 8bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 16bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 24bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału

2. Decymacja:

- 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz, 16000Hz, 24000Hz – brzmią identycznie jak oryginał
- 41000Hz – jest wyraźnie niższej tonacji
- 16950Hz – jest jeszcze niższej tonacji

3. Interpolacja liniowa:

- dla wszystkich częstotliwości sygnał brzmi tak samo jak oryginał

4. Interpolacja kwadratowa:

- dla wszystkich częstotliwości sygnał brzmi tak samo jak oryginał

## SIN 8000Hz

### 1. Kwantyzacja:

- 4bit – dźwięk delikatnie różni się od oryginału
- 8bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 16bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 24bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału

### 2. Decymacja:

- 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz, 16000Hz – nic nie słyszać
- 24000Hz – brzmi identycznie jak oryginał
- 41000Hz – jest wyraźnie niższej tonacji
- 16950Hz – jest jeszcze niższej tonacji

### 3. Interpolacja liniowa:

- 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz, 16000Hz – nic nie słyszać
- 24000Hz – brzmi identycznie jak oryginał
- 41000Hz – jest wyraźnie niższej tonacji i słyszać jakby harmonię?
- 16950Hz – jest jeszcze niższej tonacji i słyszać jakby harmonię?

### 4. Interpolacja kwadratowa:

- 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz, 16000Hz – nic nie słyszać
- 24000Hz – brzmi identycznie jak oryginał
- 41000Hz – jest wyraźnie niższej tonacji i słyszać jakby harmonię?
- 16950Hz – jest podobny do oryginału

## Sing high 1

### 1. Kwantyzacja:

- 4bit – dźwięk mocno zniekształcony
- 8bit – dźwięk delikatnie różny od oryginału
- 16bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 24bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału

### 2. Decymacja:

- Dźwięki poniżej 24000Hz są wyraźnie niższe. Reszta brzmi jak oryginał.

### 3. Interpolacja liniowa:

- Dźwięki poniżej 24000Hz dalej brzmią jak ufo. Reszta brzmi jak oryginał.

### 4. Interpolacja kwadratowa:

- Dźwięki poniżej 24000Hz są wyraźnie niższe. Reszta brzmi jak oryginał.

## Sing medium 1

### 1. Kwantyzacja:

- 4bit – dźwięk koszmarnie znieksztalcony
- 8bit – dźwięk delikatnie różny od oryginału (szum)
- 16bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 24bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału

### 2. Decymacja:

- Dźwięki poniżej 24000Hz są wyraźnie niższe. Reszta brzmi jak oryginał.

### 3. Interpolacja liniowa:

- Dźwięki poniżej 24000Hz dalej brzmią jak ufo. Reszta brzmi jak oryginał.

### 4. Interpolacja kwadratowa:

- Dźwięki poniżej 24000Hz są wyraźnie niższe. Reszta brzmi jak oryginał.

## Sing low 1

### 1. Kwantyzacja:

- 4bit – dźwięk koszmarnie znieksztalcony
- 8bit – dźwięk delikatnie różny od oryginału (szum)
- 16bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału
- 24bit – dźwięk nieroróżnialny od oryginału

### 2. Decymacja:

- Dźwięki poniżej 24000Hz są wyraźnie niższe. Reszta brzmi jak oryginał.

- W porównaniu do innych próbek resamplingowane sing\_low1 nie brzmi o wiele niższej niż oryginał

### 3. Interpolacja liniowa:

- Dźwięki poniżej 24000Hz dalej brzmią jak ufo. Reszta brzmi jak oryginał.

- W porównaniu do innych próbek resamplingowane sing\_low1 nie brzmi o wiele niższej niż oryginał

### 4. Interpolacja kwadratowa:

- Dźwięki poniżej 24000Hz są wyraźnie niższe. Reszta brzmi jak oryginał.

- W porównaniu do innych próbek resamplingowane sing\_low1 nie brzmi o wiele niższej niż oryginał