

# Wstęp do Multimediiów

## Laboratorium 2 | Dźwięk

Do wykonania niżej opisanych zadań należy zainstalować program Audacity (<https://audacity.pl/>) oraz pobrać paczkę próbek dźwiękowych dostępną w zespole MS Teams.

### 1. Analiza widma i spektrogramu dźwięków

#### 1.1. Pojedyncze tony

- Wygeneruj ton o częstotliwości 1000 Hz i amplitudzie 0,5
- Wyświetl widmo sygnału (*Analizuj - Narysuj widmo*) i sprawdź, jaki wpływ na wygląd widma ma zmiana rozmiaru okna analizy widmowej (*Rozmiar: ...*)
- Sprawdź, jaki wpływ na widmo sygnału ma rodzaj zastosowanego okna (*Funkcja: ...*)
- Klikając czarny trójkąt przy nazwie ścieżki zmień widok na „Spektrogram”
- Zaobserwuj, jak wygląda spektrogram dla wygenerowanego tonu (pojedynczej częstotliwości)
- Wygeneruj kolejny ton (będąc „odklikniętym” z poprzedniej ścieżki), o częstotliwości 2000 Hz i amplitudzie 0,3
- Zaznacz obie ścieżki i w menu wybierz *Ścieżki – Miksuj – Miksuj i renderuj*
- Zaobserwuj, jak wygląda spektrogram

#### 1.2. Dźwięki muzyczne

- Zaimportuj ścieżkę „flet.wav”
- Posłuchaj i wyświetlając widmo sygnału, sprawdź, jaka jest częstotliwość dźwięku, który gra flecistka
- Zaobserwuj, jak wygląda na spektrogramie dźwięk instrumentu muzycznego – zwróć uwagę na występowanie wielu częstotliwości harmoniczných (wielokrotności częstotliwości podstawowej)
- Zaimportuj ścieżkę „oboj\_piano.wav” oraz osobno „oboj\_forte.wav”
- Posłuchaj kolejno każdej ze ścieżek i zobacz na spektrogramie, w jaki sposób różnica w barwie dźwięku pomiędzy instrumentem grającym cicho (piano) i głośno (forte) widoczna jest na spektrogramie

- Zaimportuj ścieżkę „*waltornia.wav*”
- Zmień pionową skalę spektrogramu z liniowej na logarytmiczną (kliknięcie prawym przyciskiem myszy na skali po lewej stronie wykresu) i słuchając nagrania zobacz, jak na spektrogramie widoczna jest melodia, którą gra waltornista.

### 1.3. Mowa

- Zaimportuj ścieżkę „*mowa\_mezczyzna.wav*” oraz osobno „*mowa\_kobieta.wav*”
- Na podstawie widma obu sygnałów przeanalizuj, w jakich zakresach częstotliwości więcej energii ma dźwięk mowy męskiej, a w jakich mowy kobiecej (lepiej będzie to widać ustawiając liniową skalę poziomą wykresu)

## 2. Edycja dźwięków

### 2.1. Mowa

- Otwórz ścieżkę „*mowa\_kobieta.wav*” oraz osobno „*mowa\_mezczyzna.wav*”
- Zastosuj filtrację górnoprzepustową (zaznacz ścieżkę, *Efekt – Filtr górnoprzepustowy*) do ścieżki z mową kobiecą, tj. odfiltruj dolne częstotliwości dźwięku, stosując ustawienia: częstotliwość graniczna 200 Hz, rolloff 24 dB/oktawę
- Zobacz różnicę w widmie przed i po filtracji. Posłuchaj ścieżki mowy kobiecej po filtracji – czy utracona została jakaś istotna część sygnału?
- Zastosuj taką samą filtrację górnoprzepustową (te same parametry), do mowy męskiej. Zaobserwuj widmo przed i po filtracji. Posłuchaj ścieżki mowy męskiej – czy przy filtracji utracona została istotna część sygnału w porównaniu do mowy kobiecej?
- Do mowy kobiecej zastosuj dodatkowo filtrację dolnoprzepustową, tj. odfiltruj wysokie częstotliwości sygnału, stosując ustawienia np: 8 000 Hz, 24 db/okt
- Stosując różne wartości częstotliwości granicznej filtru, sprawdź, przy jakiej częstotliwości utracona zostaje wyrazistość mowy, a przy jakiej zrozumiałość.

### 2.2. Eliminacja zakłóceń

- Zaimportuj ścieżkę „*ton\_trzaski.wav*” i posłuchaj – w nagraniu znajduje się ton i zakłócenia (trzaski)
- Przełącz widok ścieżki na spektrogram, zaobserwuj występowanie trzasków, które nie były widoczne na przebiegu czasowym sygnału, a następnie ponownie rozwiń menu przy nazwie ścieżki i włącz „*Ustawienia spektrogramu*”.
- Sprawdź, jak rozmiar okna analizy fft wpływa na wygląd spektrogramu. Zmieniaj po kolei rozmiar okna z 1024 na coraz mniejsze, a później coraz większe i zobacz, który rozmiar jest najlepszy dla uzyskania największej rozdzielczości w dziedzinie czasu (pozioma oś), a który zapewnia najlepszą rozdzielczość w dziedzinie częstotliwości (pionowa oś).

- Przy optymalnych ustawieniach okna analizy dla widoczności trzasków (których czas trwania jest bardzo krótki) spróbuj usunąć zakłócenia w następujący sposób:
  - 1) W widoku spektrogramu zaznacz fragment, w który występuje trzask
  - 2) Przełącz widok na przebieg czasowy
  - 3) W menu wybierz *Zaznacz – Na miejscach przejść przez zero* (to pozwoli uniknąć nieciągłości sygnału na krańcach zaznaczenia)
  - 4) Usuń zaznaczony fragment (pojedynczy trzask) naciskając *delete*
  - 5) Posłuchaj nowej wersji ścieżki

(więcej szczegółów dot. usuwania trzasków tutaj:

[https://manual.audacityteam.org/man/click\\_removal\\_using\\_the\\_spectrogram\\_view.html](https://manual.audacityteam.org/man/click_removal_using_the_spectrogram_view.html))

- Zaimportuj ścieżkę „gitarra\_pisk.wav”
- Zaobserwuj na spektrogramie, jakiego rodzaju zakłócenie występuje w tym nagraniu i spróbuj je usunąć w następujący sposób:
  - 1) Zaznacz odpowiedni fragment spektrogramu (dany zakres częstotliwości w całym czasie trwania zakłócenia)
  - 2) Spróbuj usunąć zakłócenie używając filtra notch (*Efekt – Filtr Notch*) o odpowiednich parametrach
  - 3) Posłuchaj nowej wersji ścieżki

(więcej szczegółów dot. usuwania trzasków tutaj:

[https://manual.audacityteam.org/man/spectral\\_selection.html#Example\\_of\\_using\\_spectral\\_editing\\_to\\_remove\\_an\\_unwanted\\_whistle\\_noise](https://manual.audacityteam.org/man/spectral_selection.html#Example_of_using_spectral_editing_to_remove_an_unwanted_whistle_noise))

### 3. Lateralizacja źródła dźwięku

- Do tego zadania niezbędne są słuchawki!
- Zaimportuj ścieżkę „lektor.wav”
- Zaznacz zaimportowaną ścieżkę i powiel ją (*Edycja – Powiel*)
- Jedną ze ścieżek ustaw w panoramie (*suwak L – P* pod nazwą ścieżki) na prawo, a drugą na lewo
- Kliknij kursorem w jakieś miejsce ścieżki, gdzie amplituda sygnału jest duża
- Klikając „lupkę” przybliż przebieg czasowy tak, aby na skali były tysięczne części sekundy
- Zmień typ kursora na poziomą podwójną strzałkę ( $\leftrightarrow$ )
- Przesuń jedną ze ścieżek w prawo lub w lewo o tysięczne części sekundy
- Posłuchaj, jak po przesunięciu zmienia się położenie pozornego źródła dźwięku
- Jeśli przesuniesz ścieżkę o zbyt dużą wartość, zniknie wrażenie przesuwania się źródła dźwięku, a powstanie wrażenie „echa”

## 4. Próbkowanie i kwantyzacja

- zaimportuj pliki `"drums_sweep.wav"`, `"drums_sweep_convert_Fs11025Hz.wav"` i `"drums_sweep_convertFs11025Hz_filtering.wav"`
  - posłuchaj i oceń brzmienie każdego pliku (drugi z nich to konwersja z  $f_s = 44\,100$  Hz na 11 025 Hz bez odpowiedniej filtracji sygnału, a trzeci to konwersja z 44 100 Hz na 11 025 Hz, ale z włączoną filtracją anty-aliasingową),
  - posłuchaj, czy słyszysz składowe, które nie występowały w oryginalnym sygnale?
  - zobacz na spektrogramie w jaki sposób wygląda aliasing na granicy pasma.
- 
- zaimportuj pliki `"drums.wav"`, `"drums_8bits.wav"` i `"drums_8bits_dith1.0.wav"`
  - posłuchaj i oceń wybrzmiewanie uderzenia stopy i werbla oraz brzmienia talerzy po kwantyzacji do 8 bitów
  - posłuchaj i oceń wybrzmiewanie uderzenia stopy i werbla oraz brzmienia talerzy po kwantyzacji do 8 bitów, ale z dodaniem sygnału dither'a. Czy odzyskało wybrzmienie, ale kosztem mniejszego SNR?
  - obejrzyj i porównaj spektrogramy każdego sygnału (najlepiej ustawienia: Gain-0dB, Range-120dB, Max Freq-22000Hz, Windows size - 4096, Windows type: Blackman Harris)