

WSTĘP DO MULTIMEDIÓW (WMM)

Laboratorium 2

Filtracja, efekty dźwiękowe i synteza dźwięku

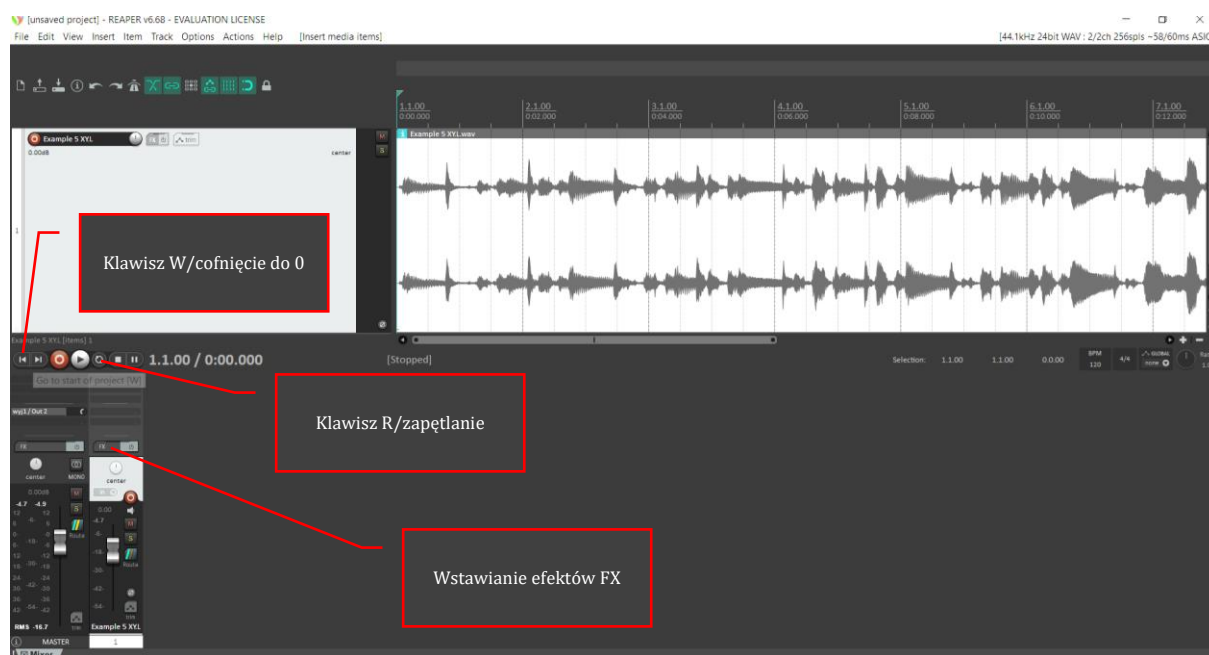
Wprowadzenie

Ćwiczenie laboratoryjne wymaga odpowiedniego przygotowania systemu operacyjnego i toru fonicznego. Do wykonania poleceń potrzebne będą:

1. Środowisko muzyczne [Reaper](#).
2. Słuchawki, najlepiej nauszne. Prosimy nie korzystać z głośników wbudowanych w PC.

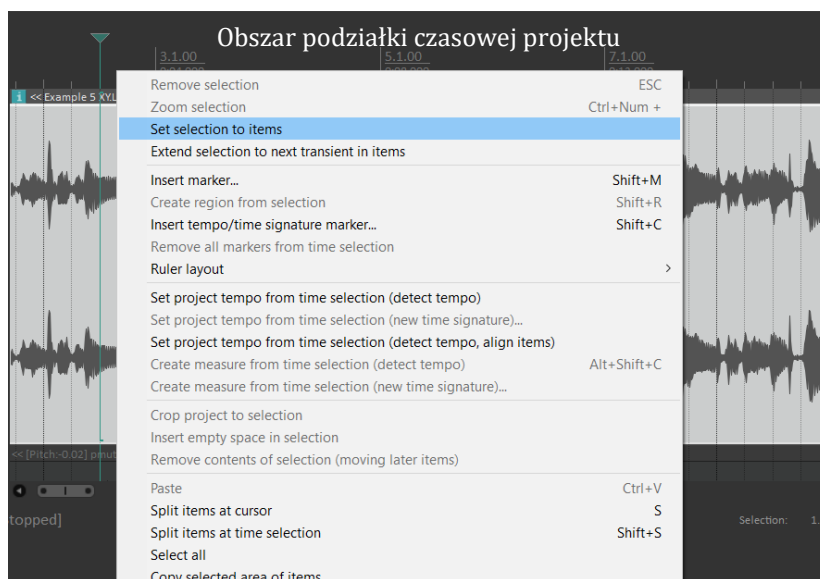
Zadanie 1. Filtracja

Reaper jest kompletnym środowiskiem muzycznym przeznaczonym do edycji, aranżacji, przetwarzania i rejestracji wielokanałowych sygnałów dźwiękowych. Po uruchomieniu oprogramowania proszę utworzyć nową ścieżkę (klawisz **CTRL+T** lub **Track > Insert New Track**), zaimportować plik *Example 5 XY.L.wav* z dysku (klawisz **Insert** lub **Insert > Media file...**) i zapisać projekt jako *PMUT_22Z_Zad1* (**File > Save Project As...**). Zmień wielkość ścieżki w **View > Zoom > Toggle Track Zoom To Maximum Height**. Upewnij się, że kursor czasowy jest ustawiony na początku ścieżki dźwiękowej (klawisz **W** albo strzałka jak na Rys. 1 obok przycisku **Play**).



Rys. 1 Okno środowiska muzycznego Reaper by Cockos.

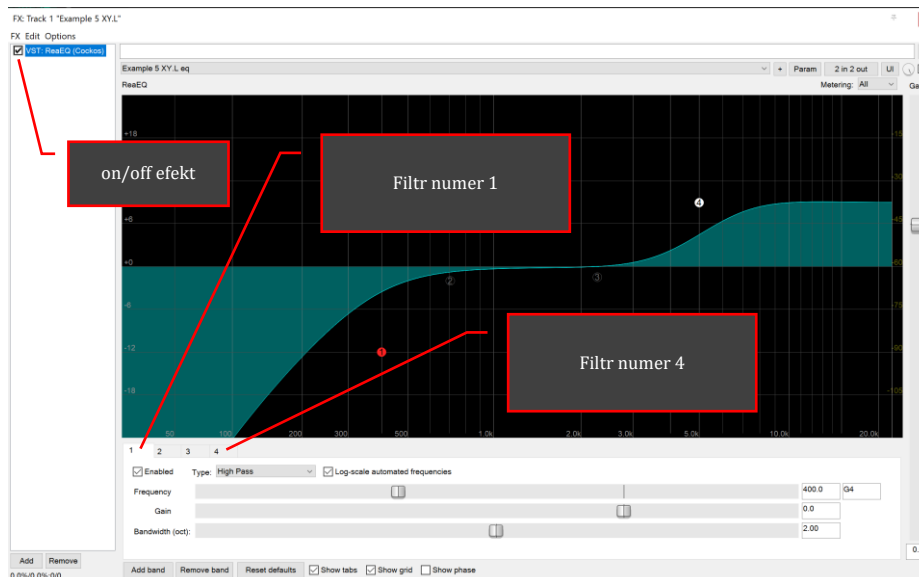
Zaznacz ścieżkę *Example 5 XY.L.wav*, kliknij prawym klawiszem myszy na obszar z podziałką czasową (patrz Rys. 2) i zaznacz opcję **Set selection to items**, a następnie kliknij klawisz **R**, aby odtwarzanie było w pętli.



Rys. 2 Zmiana obszaru zaznaczenia linii czasowej.

Polecenia:

1. Posłuchaj ścieżki dźwiękowej (spacja albo przycisk *Play*). Wstaw efekt korektora charakterystyki częstotliwościowej (*equalizer*) klikając w ikonę *FX* (patrz Rys. 1) i wybierając korektor *ReaEQ* (*Cockos*). Ustaw filtr numer 1 (typ *High Pass* - górnoprzepustowy) na częstotliwość równą 400Hz, i pasmo 2.0, a filtr numer 4 (typ *High Shelf* - półkowy dla wysokich częstotliwości) na częstotliwość 5000Hz, pasmo 0.60i wzmacnienie 9dB. Słuchaj ścieżki dźwiękowej włączając i wyłączając efekt (pole wyboru obok nazwy efektu, on/off) i posłuchaj różnicy w brzmieniu.



Rys. 3 Okno korektora ReaEQ.

2. Nagranie *Example 5 XY.L.wav* charakteryzuje się specyficznym rezonansem w okolicach 100Hz (uderzanie palcami o gitarę) oraz 210Hz i 453Hz (nadmierna ilość energii w paśmie wokół częstotliwości rezonansowych instrumentu). Zastosuj filtry o takich właściwościach, aby wytłumić zakres częstotliwości wokół 100, 210Hz i 453Hz, ale jednocześnie nie zaburzyć zbyt mocno oryginalnego brzmienia instrumentu (czyli wytłumić jak najmniej zakresu wokół podanych częstotliwości)¹. Filtry można włączać i wyłączać za pomocą przycisku *Enabled*, a zmiany ich charakterystyki można zmieniać w liście rozwijanej obok napisu *Type*. Zapisz wybrane ustawienia filtrów.

Pytania:

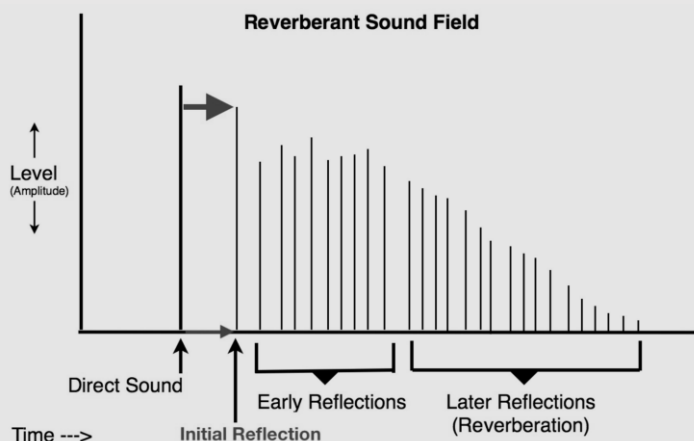
1. Jakie są główne zadania korektora charakterystyki częstotliwościowej (equalizera) w kontekście obróbki nagrań? Na jaki wrażeniowy parametr dźwięku wpływamy, wprowadzając korekcję?
2. Jak powiąszes wprowadzone zmiany parametrów fizycznych (energia w pasmach) z wrażeniami słuchowymi? Opisz np. jakie wrażenie słuchowe powoduje użycie filtru high-shelf.
3. Dlaczego ważne jest odsłuchiwanie zmian wprowadzonego efektu (włączanie i wyłączanie korektora) podczas pracy nad korekcją dźwięku?

¹ Podpowiedź: wykorzystaj poprzednią konfigurację korektora z filtrami typu *Band* (filtry pasmowe) dla filtru 1, 2 i 3. Filtr 4 może zostać taki, jak w poprzednim punkcie.

Zadanie 2. Cyfrowe procesory dźwięku

i Pogłos

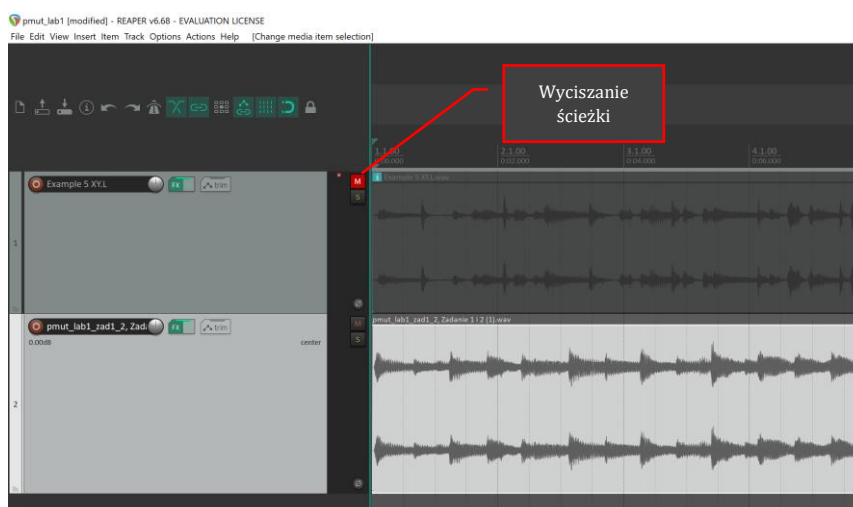
W tym samym projekcie kolejnym procesorem dźwięku jest symulacja pogłosu wybranego pomieszczenia, w którym sztucznie umieszczamy źródło dźwięku. Rozróżniamy dwa główne rodzaje urządzeń pogłosowych: pogłos algorytmiczny oraz splotowy. Pogłos algorytmiczny symuluje warunki akustyczne danego pomieszczenia za pomocą konkretnych formuł matematycznych i modelowania fizycznego układów. Dzięki temu jest możliwa zmiana wielu parametrów (takich, jak np. zmiana stopnia pochłaniania dźwięku, długości pogłosu czy jego barwy) w czasie rzeczywistym i tworzenie skomplikowanych, niemożliwych do osiągnięcia w rzeczywistych warunkach przestrzeni akustycznych. Pogłos splotowy symuluje warunki akustyczne dzięki wykorzystaniu zarejestrowanej wcześniej odpowiedzi impulsowej danego pomieszczenia i splataniu jej z sygnałem. Pogłos splotowy brzmi bardziej naturalnie niż pogłos algorytmiczny, ale wymaga większej mocy obliczeniowej procesora i pewnych optymalizacji działania efektu tak, aby mógł on działać w czasie rzeczywistym.



Rys. 4 Schematyczny przebieg pogłosu w czasie [https://ask.audio/articles/5-reverb-techniques-that-wont-drown-your-mix]

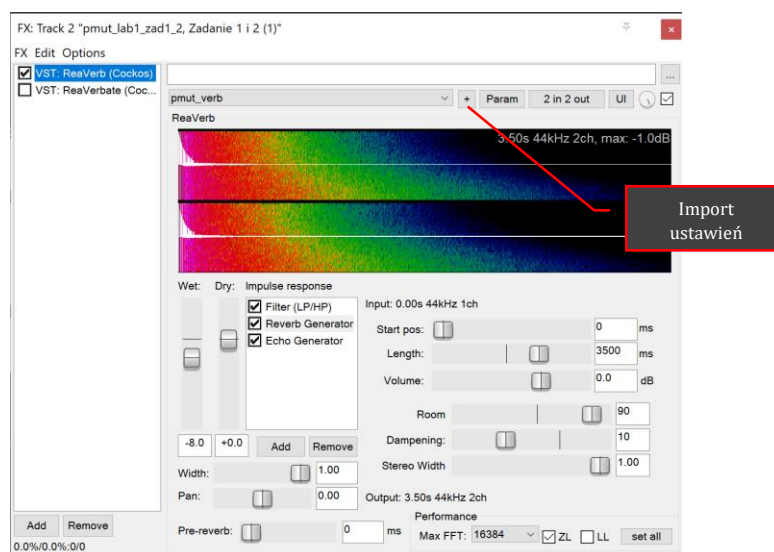
Polecenia:

1. Zaimportuj plik *pmut_lab1_zad1_2, Zadanie 1 i 2 (1).wav* do nowej ścieżki w projekcie. Wycisz ścieżkę utworzoną poprzednio za pomocą przycisku *Mute* (jak na Rys. 5). Tak, jak poprzednio na nowo utworzonej ścieżce umieść efekt (*FX > Add > ReaVerb (Cockos)*).



Rys. 5 Wyciszanie jednej ze ścieżek w środowisku muzycznym.

- W oknie cyfrowego procesora pogłosu (patrz Rys. 6) zaimportuj zestaw parametrów z pliku *pmut_verb.RPL* (przycisk „+” i opcja *Import preset library*). Z listy rozwijanej wybierz ustawienie *pmut_verb* i przełączając się między włączonym/wyłączonym efektem posłuchaj jak zmienia się wrażenie przestrzeni w nagraniu. Następnie zmień ustawienia z listy rozwijanej na *pmut_verb_shorter* i również posłuchaj jak zmienia się brzmienie nagrania.



Rys. 6 Okno cyfrowego procesora pogłosu ReaVerb.

Pytania:

- Jaka jest różnica w brzmieniu między ustawieniami „pmut_verb” i „pmut_verb_shorter” w zadaniu 2?
- Dlaczego długość pogłosu (ang. Length, Decay Time lub Reverb Time) jest jednym z kluczowych parametrów przy kreowaniu przestrzeni w nagraniu?
- Jakie skutki może mieć ustawienie zbyt dużej proporcji sygnału „wet” do „dry”?



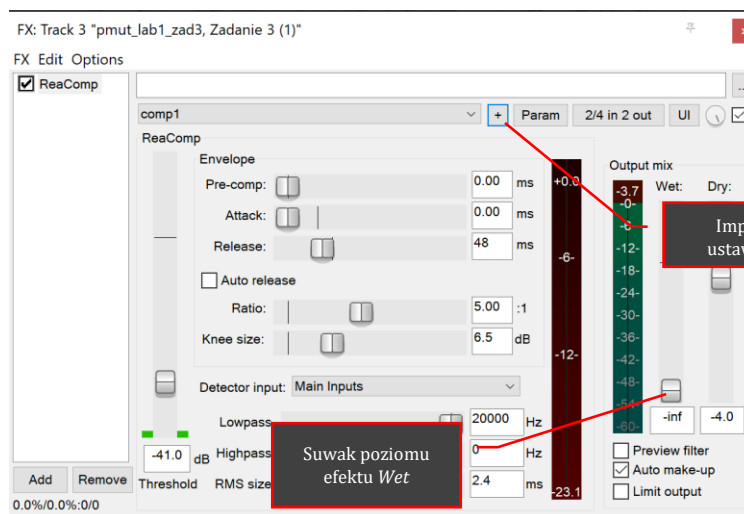
Kompresja dynamiki

Kompresor dynamiki sygnału jest jednym z procesorów dźwięku, który wpływa na zakres dynamiczny przetwarzanego sygnału. Kompresor zmniejsza zakres dynamiczny sygnału, czyli zakres pomiędzy dźwiękami o najmniejszej i największej amplitudzie. Po takiej operacji sygnał można wzmocnić dzięki temu, że wcześniej zakres zmian jego amplitudy został skompresowany. W celu prawidłowego działania układu kompresji dynamiki najpierw należy w odpowiedni sposób zmierzyć poziom sygnału wejściowego, następnie zmniejszyć poziom sygnału wejściowego o wartość wynikającą z tzw. współczynnika kompresji ratio, a następnie ustalić obwiednię tych zmian w czasie, czyli jak szybko ma działać układ (za pomocą wartości czasu ataku i odpuszczenia). Każdy procesor dynamiki działa na trochę innych zasadach i na podstawie różnych algorytmów, a niektóre z nich posiadają tylko kilka parametrów do zmiany symulując działanie niektórych takich układów analogowych z lat 60tych.

Polecenia:

- Zaimportuj plik *pmut_lab1_zad3, Zadanie 3 (1).wav* do nowej ścieżki w projekcie. Wycisz ścieżkę utworzoną poprzednio za pomocą przycisku *Mute* (jak na Rys. 5). Tak, jak poprzednio na nowo utworzonej ścieżce umieść efekt (*FX > Add > ReaComp (Cockos)*).

- W oknie cyfrowego procesora dynamiki (patrz Rys. 7) zaimportuj zestaw parametrów z pliku *comp1.RPL* (przycisk „+” i opcja *Import preset library*). Słuchając zapętlonej ścieżki perkusji powoli zmieniaj położenie suwaka głośności *Wet* (patrz Rys. 7) od poziomu -Inf do 0.0 dB (suwak zmienia proporcje sygnału bez efektu *Dry* i sygnału po przetworzeniu *Wet*). Co się zmienia w sygnale wyjściowym między ustawieniem -Inf, a 0.0dB? Zapisz wnioski.



Rys. 7 Okno cyfrowego procesora dynamiki (kompresora)

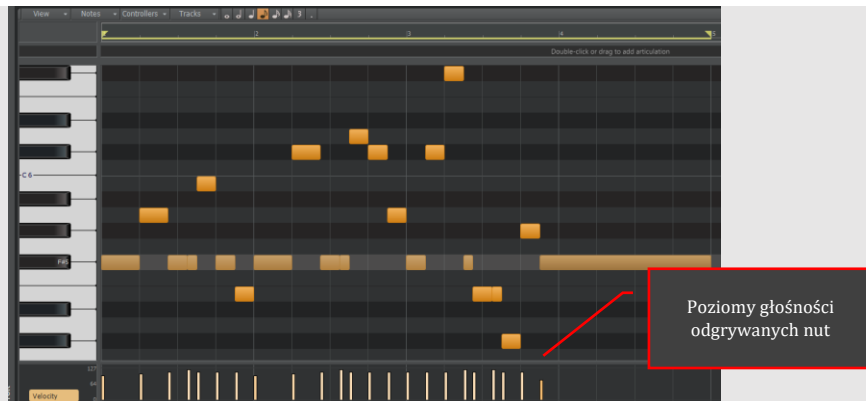
Pytania:

- Czym jest kompresja dynamiki i w jaki sposób wpływa na końcowe brzmienie nagrania?
- Jaką rolę pełni współczynnik kompresji („ratio”) w kompresorze i dlaczego jest istotny dla skuteczności działania tego procesora?
- Dlaczego czas ataku (attack) i czas odpuszczenia (release) są kluczowe przy ustawieniach kompresora?

Zadanie 3. Synteza i MIDI

Synteza dźwięku

Synteza dźwięku polega na sztucznym generowaniu dźwięku na podstawie określonego algorytmu. Sposób realizacji operacji syntezy dźwięku jest zależny od przyjętego algorytmu, przy czym każda z realizacji ma swoje wady, zalety i specyficzne brzmienie generowanego dźwięku. Można wyróżnić kilka sposobów realizacji syntezy, które są wymienione i krótko opisane w sekcji Sound synthesis [dokumentu](#). Cyfrowe realizacje syntezatorów są kontrolowane za pomocą [komunikatów MIDI](#), który jest specyficznym standardem kodowania i przesyłania informacji sterujących oprogramowaniem muzycznym, procesorami dźwięku i wirtualnych instrumentów. Komunikaty mogą być przesyłane za pomocą zewnętrznych kontrolerów np. klawiatury sterującej albo zapisywane na cyfrowej pięciolinii za pomocą myszki czy klawiatury komputerowej, w tzw. piano roll. Dodatkowo każdy z komunikatów zawiera informacje np. o głośności odgrywanej nuty.

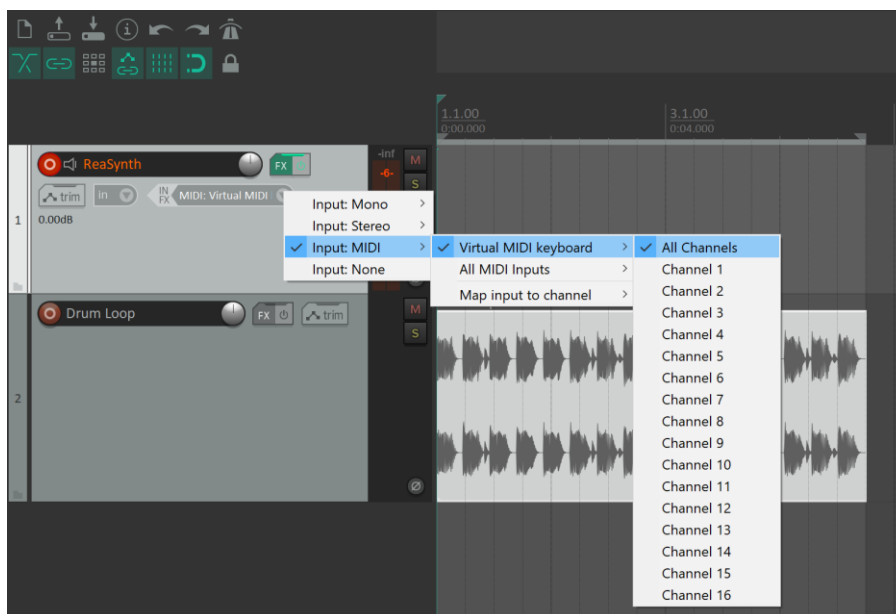


Jako, że jest to jedynie pewna reprezentacja nut odgrywanych przez wirtualny instrument to można też dokonać wizualizacji klasycznej jako układu nut na pięciolinii.



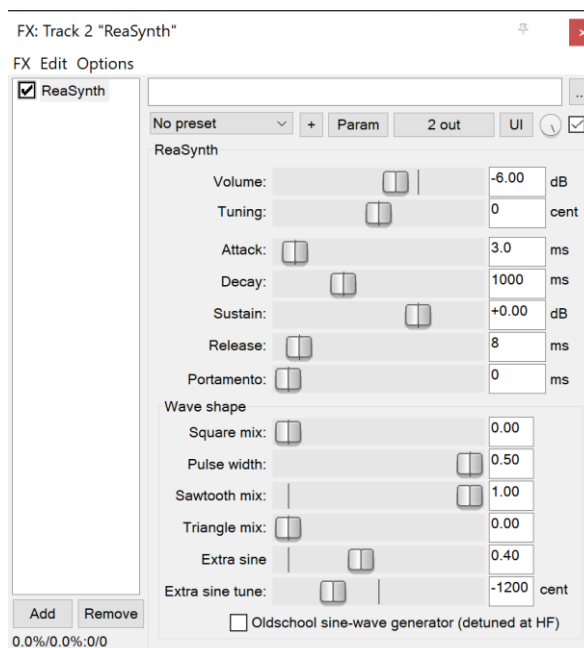
Polecenia:

1. Utwórz nowy projekt (*File > New Project*), umieść nową ścieżkę tzw. wirtualnego instrumentu (*Track > Insert virtual instrument on a new track...*) i wybierz instrument *ReaSynth (Cockos)*. Zmień tempo projektu na 128 BPM (*File > Project Settings > Project Settings > Project BPM ...*). Utwórz kolejną ścieżkę i zaimportuj do niej plik *Drum Loop.wav*, zaznacz ścieżkę, PPM (prawy klawisz myszy) na obszarze podziałki czasowej projektu i ustaw *Set selection to items*. Włącz opcję zapętlenia odtwarzania (klawisz *R*).
2. Na wirtualnym instrumencie można grać (sterować generacją sygnału w czasie rzeczywistym) za pomocą kontrolera MIDI. W laboratorium wykorzystamy klawiaturę komputerową. W ścieżce z instrumentem *ReaSynth* ustaw *Input > Virtual MIDI keyboard > All Channels* (patrz Rys. 8). Włącz widok wirtualnej klawiatury *View > Virtual MIDI keyboard* i za pomocą określonych klawiszy spróbuj wygenerować dźwięk (powinien to być podstawowy ton z kilkoma harmonicznymi).



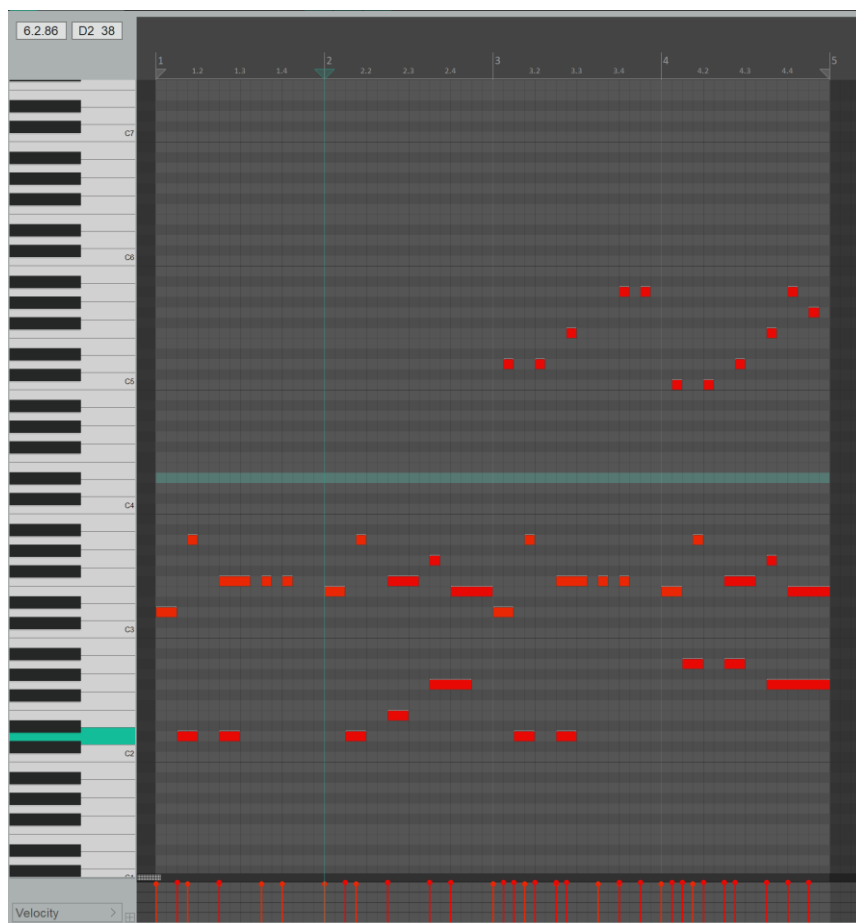
Rys. 8 Ustawienie wejściowe MIDI dla ścieżki

3. Zmień parametry instrumentu (jeśli jest zamknięty to można go otworzyć klikając na ikonkę FX na ścieżce) na takie, jak na Rys. 9 poniżej (dodatkowy ton oktawę niżej – *Extra sine tune*, dodatkowe harmoniczne z przebiegu piłokształtnego *Sawtooth*). Po zagranie na instrumencie będzie słychać różnicę. Posłuchaj, jak parametry ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release) wpływają na brzmienie instrumentu.



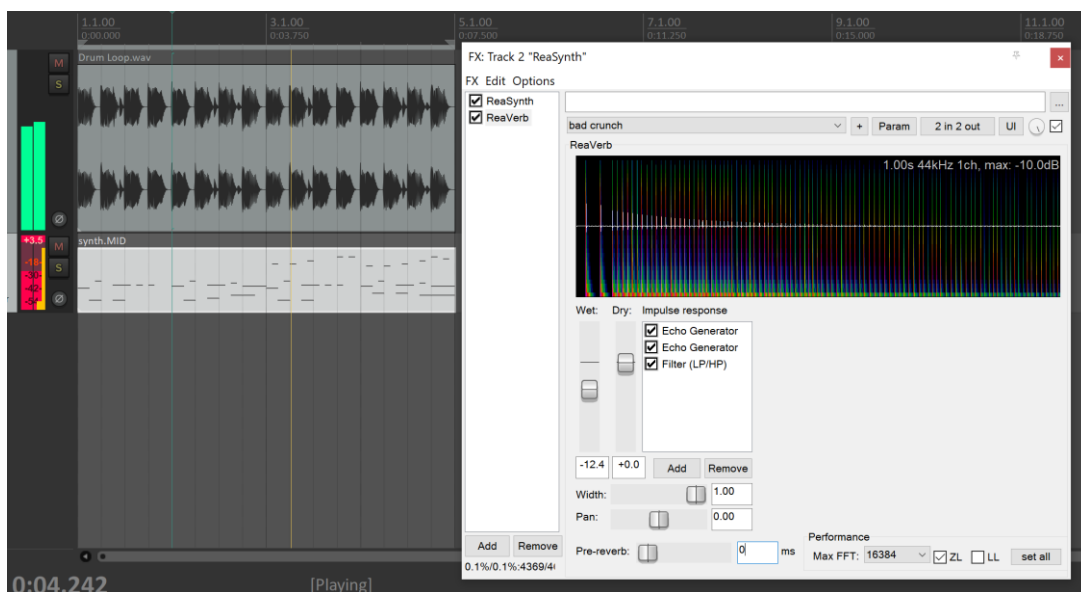
Rys. 9 Ustawienia instrumentu ReaSynth

4. Można skorzystać z gotowej sekwencji nutowej zaznaczając ścieżkę z *ReaSynth* > *Insert* > *Media file...* > *synth.mid*. Odtwarzana będzie teraz ścieżka perkusyjna i melodia syntezatora. Modyfikację zapisu nutowego można wykonać klikając dwukrotnie w ścieżkę *ReaSynth*. Pojawi się wtedy możliwość edycji jak na Rys. 10.



Rys. 10 Widok sekwencera i zapisu nutowego.

- W oknie efektów ścieżki *ReaSynth* dodaj efekt *ReaVerb* i z listy rozwijanej wybierz ustawienie *bad crunch*. Ustaw proporcje sygnału *Wet/Dry* na $-12\text{dB}/0\text{dB}$. Zmieniać można również proporcje między poziomem ścieżki perkusyjnej i syntezatora.



Rys. 11 Widok okna efektów ścieżki *ReaSynth*.

- „Have fun” 😊

Pytania:

1. Do czego służy interfejs MIDI w kontekście wirtualnych instrumentów i syntezy dźwięku?
2. Czym jest obwiednia ADSR i dlaczego jest kluczowa w kształtowaniu barwy i charakteru dźwięku podczas syntezy?
3. Jakie parametry sygnału należałoby kontrolować, żeby uzyskać jak najwierniejsze brzmienie wirtualnego instrumentu w stosunku do jego akustycznego odpowiednika?